


24ColorCard
CameraTrax.com



DIE

PNEUMATISCHE BEHANDLUNG

DER

RESPIRATIONS- UND CIRCULATIONSKRANKHEITEN

IM ANSCHLUSS AN DIE

PNEUMATOMETRIE, SPIROMETRIE
UND BRUSTMESSUNG

BEARBEITET VON

Dr. med. L. WALDENBURG,

PROFESSOR E. O. AN DER KGL. FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITAET IN BERLIN.

MIT 30 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN, 1875.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

UNTER DEN LINDEN 68.

Vorwort.

Die Heilkunde steht am äussersten Flügel der exacten Naturwissenschaften. Ihre Grundlagen berühren diese letzteren bis jetzt nur zu einem sehr kleinen Theile, und selbst wo sie mit einander enger zusammenhängen, ist dieser Zusammenhang noch durch mancherlei Lücken unterbrochen. Das breite Fundament unserer Wissenschaft ruht noch immer auf der Empirie. Ursprünglich auf dieser allein aufgebaut, hat sie erst später allmälig mit den Naturwissenschaften Fühlung gewonnen, hat Wurzeln in diese hinein getrieben und durch dieselben neue Kraft zum Fortschritt und zur Verjüngung gesogen. Diese Wurzeln sind aber bei weitem noch nicht stark genug, um die gesammte medicinische Wissenschaft zu tragen und zu ernähren, sie bedarf nach wie vor der Stütze der Jahrtausende langen Erfahrung und wird sie wohl niemals entbehren können. Es ist eben so fehlerhaft, mit unseren geschichtlichen empirischen Erinnerungen zu brechen und auf die Alten mit Geringschätzung herabzusehen, wie den Fortschritt zu verkennen, den die neuere Medicin durch ihr Zusammenwachsen mit den Naturwissenschaften zu Stande gebracht hat. Leider aber wird der letztere vielfach überschätzt. Gehen wir nur vorurtheilslos die einzelnen medicinischen Disciplinen durch, forschend, wie weit sie auf rein naturwissenschaftlicher Basis ruhen, wir werden nur äusserst wenige finden, bei denen dies auch nur theilweise der Fall ist; die meisten sind noch durch eine weite Kluft von den exacten Naturwissenschaften getrennt. Kluft und Lücken werden durch Hypothesen, die freilich oft den Schein der Wahrheit annehmen, vielfach überbrückt; allein ausgefüllt werden sie nur durch die Empirie, die überall dort wieder zum Heile unserer Wissenschaft Platz greift, wo der Anschluss an die Theorie noch nicht erreicht ist.

Am meisten entwickelt sind diejenigen Zweige der Heilkunde, bei deren Erforschung nur Gesetze in Betracht kommen, welche

den lebenden Organismus nicht anders betreffen als die unbelebte Materie, wo also dasjenige Element, welches die hauptsächlichste Kluft zwischen den Naturwissenschaften auf der einen und der Physiologie und der Medicin auf der anderen Seite bildet, gänzlich ausgeschlossen ist. Es ist vorläufig allein die Physik, welche in dieser Weise einzelne Zweige der Heilwissenschaft exact zu gestalten vermag; die Chemie steht erst in zweiter Reihe, indem bis gegenwärtig immer noch der Chemismus des lebenden Organismus sich nicht hat einreihen lassen in die gewöhnlichen chemischen Vorgänge, die ausserhalb der lebenden Zelle von statten gehen. In der That ist es in der Physiologie auch dasjenige Gebiet, wo hauptsächlich die Mechanik Platz greift, welches vor allen anderen auf der exactesten Grundlage ruht, es ist die Lehre vom Kreislauf und von der Athmung. In der Pathologie ist es bisher fast nur eine einzige Disciplin, welche eine volle physicalische Grundlage besitzt, dies ist die Ophthalmologie, und auf diese blicken wir deshalb wie auf ein Ideal, welches allen anderen Zweigen der Medicin als leuchtendes Muster vorschwebt. Es liegt in der Natur der Sache, dass die meisten anderen Disciplinen niemals werden heranreichen können an denjenigen Grad der Exactität, welchen die Augenheilkunde freilich auch nur in einem Theile ihres Gebietes besitzt, nämlich demjenigen, welcher sowohl für die Diagnostik wie für die Therapie auf rein optischen Gesetzen beruht. Aber immer näher zu diesem Ziele heranzustreben, wie weit abliegend es auch erscheint, dies muss unsere stete Aufgabe sein.

In dem vorliegenden Werke hoffe ich zu zeigen, dass nunmehr auch die Respirations- und Circulationskrankheiten vollen Besitz ergriffen haben von der Mechanik als einer exacten Grundlage nicht nur für ihre Erkenntniss, sondern ganz besonders auch für ihre ärztliche Behandlung. Sollte es mir gelungen sein, diesen Beweis zu führen, so hätte ich dasjenige, was mir am erstrebenswerthesten schien, erreicht. Die Anregung, auch auf anderen Gebieten in der gegebenen Richtung vorzuschreiten und uns überhaupt mehr, als es bisher geschah, an mechanische Grundsätze bei der Beurtheilung von Krankheitszuständen so wie bei der Verhinderung und Heilung derselben zu gewöhnen, kann dann, so hoffe ich, nicht ausbleiben.

Berlin, den 31. März 1875.

Der Verfasser.

Inhalt.

I. Die Pneumatometrie.

Der pneumatischen Behandlungsmethode dienen die Pneumatometrie und die Spirometrie als wissenschaftliche Grundlagen. Wir müssen deshalb, bevor wir die erstere erörtern, den beiden letzteren unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Die Spirometrie ist bereits seit mehreren Jahrzehnten als Untersuchungsmethode in die medicinische Diagnostik aufgenommen, hat aber niemals eine grosse Bedeutung gewinnen können, und ihre Benutzung kam mit den Jahren entschieden mehr und mehr in Abnahme, die Pneumatometrie hingegen, bislang nur den Physiologen bekannt, ohne dass Jemand auch nur den Versuch gemacht hätte, sie für die praktische Medicin zu verwerthen, wurde erst im Jahre 1871 — nachdem ich 1½ Jahr hindurch mich eingehend mit dem Gegenstand beschäftigt hatte — von mir in die Diagnostik eingeführt[1]). Dieselbe hat sich mir nicht nur als neue Untersuchungsmethode von der höchsten praktischen Bedeutung erwiesen, sondern mir auch den Anstoss zu meinen weiteren therapeutischen Untersuchungen und einen Maassstab zur Beurtheilung des Werthes der neuen Behandlungsmethode geliefert.

Versuche, den Athmungsdruck bei gesunden Menschen manometrisch zu bestimmen, sind meines Wissens zuerst von Valentin

1) Berliner klinische Wochenschrift No. 45. 1871.

ausgeführt worden[1]). Derselbe gab dieser Methode bereits den Namen: Pneumatometrie. Er benutzte ein Quecksilber-Manometer, das er mittelst eines Schlauches mit einem trichterförmigen, nach der Form der Lippen ausgeschnittenen, metallenen Mundstück versah. Er fand, dass bei möglichst ruhigem Athmen der Ausschlag der Quecksilbersäule sowohl bei der Inspiration wie bei der Exspiration höchstens 1—3 Millimeter beträgt. Bei tieferem, aber noch nicht angestrengtem Athmen wurde für beide Athmungsphasen ein Druck von 5—10 Mm. und mehr erreicht. Bei forcirtem Ein- und Ausathmen durch den Mund erhielt Valentin ausserordentlich hohe Zahlen, nämlich —232 bis —266 Mm. für die Inspiration, +260 bis 326 Mm. für die Exspiration. Diese Zahlen sind, wie wir sehen werden, nur dadurch erklärlich, dass Fehlerquellen nicht vermieden wurden, und statt der Inspiration die Aspirationskraft der Mundhöhle, statt der Exspiration die Expulsionskraft derselben gemessen wurde. Die niedrigsten Maasse, welche Valentin erhielt, und zwar bei einem „schwächlichen" jungen Mann, sind —22 Mm. für das Einathmen, +38 Mm. für das Ausathmen.

Nach Valentin war es A. Mendelsohn, welcher die Ein- und Ausathmungskraft mass[2]). Er liess nicht durch den Mund, sondern durch die Nase athmen, und zwar derart, dass er eine mit dem kurzen Arme eines Barometers oder einem Hämatometer in Verbindung stehende Glasröhre an ihrem oberen Ende in einen durchbohrten Pfropfen steckte und sie mit demselben möglichst hoch in ein Nasenloch einführte. Er erhielt bei Versuchen an sieben Personen mittelst des Hämatometers folgendes Resultat: Die forcirte Inspiration, während der Mund und das zweite Nasen-

1) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1844. — In diesem Werke S. 524—529 sind die ersten ausführlichen pneumatometrischen Beobachtungen enthalten. Die hier angegebenen Maxima und Minima der pneumatometrischen Werthe differiren jedoch von den in späteren Publicationen Valentin's angegebenen. Die von mir oben angeführten Zahlen sind der 4. Auflage des Grundrisses der Physiologie (Braunschweig 1855) entlehnt.

2) A. Mendelsohn, Der Mechanismus der Respiration und Circulation oder das explicirte Wesen der Lungenhyperämien. Berlin 1845. Behr's Buchhandlung.

loch geschlossen wurden, ergab als Mittelwerth einen negativen Druck von 87 Mm.[1]); die forcirte Exspiration im Mittel einen Druck von 113—122 Mm. Bei den verschiedenen Versuchspersonen schwankte der Inspirationsdruck von 52 Mm. bis 117 Mm., der Exspirationsdruck von 85 Mm. bis 170 Mm. Der Exspirationsdruck übertraf den negativen Iospirationsdruck stets um ungefähr 1 Zoll (= 26 Mm.) Hg.

Ferner liegen pneumatometrische Beobachtungen von Hutchinson[2]) vor. Derselbe prüfte den In- und Exspirationsdruck gleichfalls beim Athmen durch die Nase, indem er ein Nasenloch mit dem Quecksilber-Manometer in Verbindung brachte, während das andere Nasenloch und der Mund geschlossen wurden. Es ergab sich das Resultat, dass der positive Druck der forcirten Exspiration ungefähr um $\frac{1}{3}$ grösser ist, als der negative Druck der forcirten Inspiration. Als Mittellwerth für die Inspiration erhielt er — 76 Mm., für die Exspiration ca. + 100 Mm. Indess verzeichnet auch er Fälle, in denen weit höhere und zwar „ganz ausserordentliche“ Druckkräfte erreicht wurden, so bis zu 178 Mm. für die Inspiration und 250 Mm. für die Exspiration. Als niedrigste Werthe bei „schwachen“ Personen fand er bei der Inspiration 38 Mm., bei der Exspiration 50 Mm.

Hutchinson erwähnt ferner, dass vor ihm schon Hales ähnliche Untersuchungen an sich selbst angestellt und für seine Inspirationskraft einen Werth von 50 Mm. Hg. gefunden hat.

Bemerkenswerth ist noch, dass Hutchinson bereits auf die Wichtigkeit dieser Untersuchungsmethode namentlich für Lebensversicherungen zur Feststellung des Gesundheits- und Kräftezustandes aufmerksam machte und bei Kranken, in specie Schwindsüchtigen und auch in einem Falle mit geborstenem Trommelfell, die manometrischen Werthe weit unter die Norm herabgesetzt fand[3]).

---

1) Die Werthe bei Mendelsohn sind in Zoll und Linien angegeben. Ich habe dieselben oben in Millimeter umgerechnet.

2) On the capacity of the Lungs. Med. chir. Transact. 1846. — Von der Capacität der Lungen und von den Athmungsfunctionen etc. Uebersetzt von Samosch. Braunschweig 1847. Vieweg. S. 66—74.

3) Ibidem S. 100 und 122.

Eingehende und präcise Untersuchungen machte endlich noch Donders[1]). Derselbe liess gleichfalls durch die Nase athmen. Er erhielt noch kleinere Zahlen als Hutchinson, welche besonders zu den grossen Werthen Valentin's in einem starken Contrast stehen. Das Princip, dass der Exspirationsdruck wesentlich grösser als der negative Inspirationsdruck ist, wird auch von Donders bestätigt. Der negative Druck für die forcirte Inspiration betrug 36—74 Mm., der positive Druck für die forcirte Exspiration 82—100 Mm. Für die gewöhnliche ruhige Athmung schätzt Donders den Inspirationsdruck auf — 3 Mm., den Exspirationsdruck auf + 2 Mm.

Dies waren meines Wissens die einzigen in der Literatur verzeichneten Beobachtungen über die Pneumatometrie, welche bereits zwei bis drei Jahrzehnte hinter uns lagen, ohne dass Jemand unternahm, die so abweichenden Resultate der einzelnen Autoren zu prüfen und die Ergebnisse zu verwerthen. Und doch hatte bereits Donders nach seinen manometrischen Versuchen an Leichen und an gesunden Menschen die grosse Bedeutung, welche die Manometrie auch für die Pathologie haben könnte, vorausgesehen. Er deutete bereits an, dass das vesiculäre Emphysem mit Verminderung der Lungenelasticität einhergehen müsse; „den Schleier der Zukunft aber, — so fährt er fort — womit die Resultate, die bei anderen krankhaften Zuständen zu vermuthen sind, verhüllt sind, wollen wir nicht einmal zu lüften versuchen. Nur eins ist sicher, dass man nicht unbelohnt die Untersuchungen auf diesem Felde verfolgen werde."

Als ich mich mit dem Gegenstand zu beschäftigen anfing, war mein Augenmerk sofort darauf gerichtet, möglicherweise eine Methode zu gewinnen, welche der ärztlichen Diagnostik dienstbar sein könnte und auf diese Weise für die praktische Medicin sich verwerthen liesse. Die Resultate, welche ich erhielt, haben nicht nur diese Erwartungen bestätigt, sondern selbst meine kühnsten Hoffnungen übertroffen. Ich darf dreist behaupten, dass die Pneu-

3) Henle und Pfeufer's Zeitschrift 1853. — Donders, Die Physiologie des Menschen. Band I. Uebersetzt von Theile. Leipzig 1856.

matometrie sich an Exactität und praktischem Werth mit jeder anderen Untersuchungsmethode messen kann, und dass sie für manche Krankheitszustände gewisse Feinheiten der Diagnose gestattet, die durch keine anderen Hülfsmittel zu eruiren sind. Aber selbst wenn dies Letztere nicht der Fall wäre, so besitzt sie schon den grossen Vorzug, eine rein objective physicalische Methode zu sein, deren Ergebnisse in nackten Zahlen sich ausdrücken, und wer da weiss, wie arm die Medicin an derartigen Methoden ist (die vornehmlichste derselben ist wohl die Thermometrie), muss schon aus diesem einen Grunde allein die Pneumatometrie würdigen.

Die pneumatometrische Methode ist in ihrer Handhabung ausserordentlich einfach, aber dennoch muss sie erlernt und eingeübt werden. Namentlich sind es gewisse Fehlerquellen, die man kennen und vermeiden muss. Erst wenn man hierin eine gewisse Erfahrung erlangt hat, und diese lässt sich ohne grosse Mühe, besonders durch Versuche an Gesunden, schnell erreichen, gelangt man zu Ergebnissen, die brauchbar und für die Diagnose verwerthbar sind.

Das Pneumatometer.

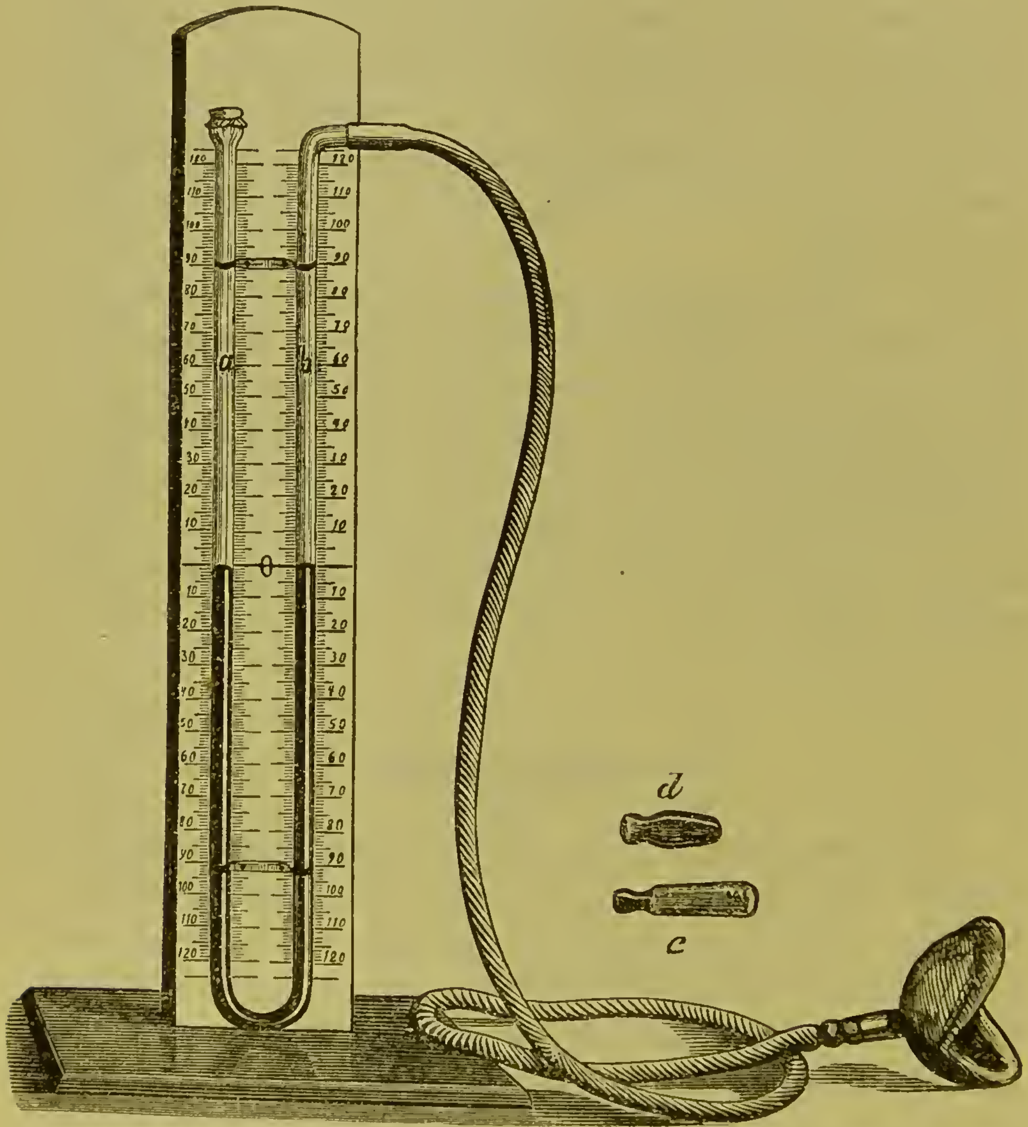
Das Pneumatometer[1]), wie ich es benutze, besteht aus einer an einem Holzständer verschiebbar befestigten, zweischenklig gebogenen, an beiden Enden offenen Glasröhre, von der jeder verticale Schenkel etwa 270 Mm. hoch ist, der eine (a) oben birnenförmig erweitert und mit Gaze oder Tüll, zur Abhaltung von Verunreinigungen, überzogen ist, der andere (b) oben sich horizontal umbiegt und in einen langen Gummischlauch eingefügt ist, welcher zu einem Mund- resp. Nasenstück aus Horn, oder zu einer Gesichtsmaske führt. Letztere ist dem später zu beschreibenden transportablen pneumatischen Apparate entlehnt. Das Mundstück

---

1) Dasselbe wird von Paetz und Flohr hierselbst, Unter den Linden 14, angefertigt und ist auch von Windler, Dorotheenstrasse 3, zu beziehen.

(c) ist platt, ca. 15 Mm. breit, selbstverständlich in seiner Länge durchbohrt, genau so wie es zu den Dampf- oder Gas-Inhalations-Apparaten seit lange benutzt wird; das Nasenstück (d) ist oval und

Fig. 1.



schmal genug, um in ein Nasenloch eingefügt werden zu können, es ist dasselbe, welches auch zur Nasendouche verwendet wird. Die gebogene Glasröhre hat 8—9 Mm. im Durchmesser. An beiden Seiten des Ständers, welcher dieselbe trägt, befindet sich, beiden Röhrenschenkeln entsprechend, eine genaue Millimeter-Einthei-

lung[1]), in der Mitte der Höhe der Nullpunkt, das Maass nach oben und unten nach der Entfernung vom Nullpunkt bezeichnet. Die Röhre wird mit Quecksilber so weit gefüllt oder so eingestellt, dass das Niveau der Quecksilbersäule genau dem Nullpunkt entspricht. Damit die Einstellung zu jeder Zeit mit Leichtigkeit erfolgen könne, ist, wie bereits bemerkt, die Röhre am Ständer nicht vollkommen befestigt, sondern an ihm verschiebbar.

Methode der Untersuchung.

Zunächst ist zu beachten, dass beim Ablesen der Druckschwankungen am Manometer-Rohr die Zahl, bis zu welcher das Quecksilber nach der einen oder nach der anderen Seite gehoben wird, verdoppelt werden muss; denn der Druck bemisst sich nach der Differenz der Quecksilberhöhe in beiden Röhren, und nothwendig muss — ein sich gleichbleibendes Lumen der Röhre vorausgesetzt[2]) — das Quecksilber in der zweiten Röhre um eben so viel sinken, wie es in der ersten steigt. Steigt beispielsweise das Quecksilber in der Röhre a auf 30 Mm., so sinkt

---

1) Anfangs benutzte ich ein Manometer, in welchem ich die Eintheilung nicht nach Millimetern, sondern nach dem mittleren Atmosphärendruck (28 Zoll) ausführen liess, derart, dass eine Graduirung von 1/100 bis 1/10 Atmosphärendruck unter und über 0 vorhanden war.

2) In Anbetracht der Möglichkeit, die Glasröhre möchte nicht immer gut aequilibrirt sein, liess Eichhorst (Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XI. S. 268. 1873) am Pneumatometer einen Hahn anbringen. Wird dieser zur rechten Zeit, d. h. bei Erreichung des Maximums der Druckschwankung, geschlossen, so bleibt das Quecksilber auf dem erreichten Niveau unverrückt stehen, und man kann in Ruhe die Differenz derart ablesen, dass man die Höhe, um welche das Quecksilber in der Röhre gestiegen ist, hinzu addirt zu derjenigen, um welche es in der anderen gesunken. — Mir scheint der Hahn aus dem Grunde überflüssig, weil eine so grosse Unregelmässigkeit im Lumen der Glasröhre nicht vorzukommen pflegt, dass ein nennenswerther Fehler bei dem einfachen Modus der Verdoppelung der am Manometer angezeigten Zahl entstehen könnte. Uebrigens kann, wenn man sich statt des Mundstücks der Gesichtsmaske des transportablen pneumatischen Apparates bedient, zugleich auch die dazu gehörige Hahnvorrichtung benutzt werden. Möglicherweise wird es hierbei dem einen oder dem anderen als ein Vortheil erscheinen, dass das Ablesen mit mehr Musse geschehen kann.

es in der Röhre b gleichfalls um 30 Mm., und man hat demnach die Differenz als 60 Mm. zu bezeichnen. Alle pneumatometrischen Werthe, die sich in den folgenden Blättern finden, sind bereits in diesem Sinne aufzufassen, d. h. sie bezeichnen die wirklichen Druckdifferenzen, nicht etwa die durch das Manometer angezeigten, nur die Hälfte betragenden Zahlen.

Das Pneumatometer dient zur Messung der Inspirations- und der Exspirationskraft. Wird durch das Mund- oder Nasenstück oder durch die Maske in das Manometer hinein exspirirt, so hebt sich die Quecksilbersäule im Schenkel a bis zu einer gewissen Höhe, während sie um eben so viel im Schenkel b sinkt. Die Differenz in der Quecksilberhöhe der beiden Schenkel, oder die Verdoppelung der am Pneumatometer angezeigten Zahl ist das Maass des positiven Exspirationsdrucks. Bei der Inspiration hingegen wird das Quecksilber im Schenkel b in die Höhe gesogen und fällt um eben so viel in a; wir erhalten hier also einen negativen Druck. Diesen negativen Druck können wir auch passend als Inspirationszug bezeichnen.

Die pneumatometrische Untersuchung lässt sich durch den Mund, oder durch ein Nasenloch oder durch Mund und Nase zugleich ausführen.

Im ersten Falle wird das Mundstück, in welches der Schlauch des Manometers endet, möglichst tief in den Mund, am besten bis zum Zungenrücken, d. h. über den Isthmus glosso-palatinus hinweg, eingeführt und luftdicht von den Lippen umschlossen[1]). Es ist nicht gerade nothwendig, aber in manchen Fällen nützlich, ausserdem die Nase beim Ein- und Ausathmen mit den Fingern verschliessen zu lassen.

Im zweiten Falle wird das Nasenstück an den Schlauch befestigt und dasselbe in ein Nasenloch möglichst hoch eingeschoben; der Mund wird geschlossen, und mit den Fingern wird die

1) Ein trichterförmiges Mundstück, wie es Valentin benutzte, welches nicht in den Mund genommen, sondern vor demselben gehalten wird, fand ich nicht praktisch. Ich habe mir ein solches aus Hartgummi anfertigen lassen; dasselbe passt aber nur einer beschränkten Anzahl von Individuen, während bei den übrigen ein luftdichter Verschluss dadurch nicht zu ermöglichen ist.

Nase derart zugehalten, dass eine Communication mit der äusseren Luft sowohl durch das eine wie durch das andere Nasenloch gehindert ist.

Das Zuhalten der Nase ist indess nur für die Exspiration wichtig; für die Inspiration ist es nicht immer nothwendig; denn ich überzeugte mich bei Versuchen an mir selbst und anderen, dass wenn durch ein Nasenloch inspirirt wird, gewöhnlich das andere sich von selbst schliesst — sei es durch den Druck der äusseren Atmosphäre auf den einen luftverdünnten Raum bildenden Nasenkanal, sei es dass die zum Verschluss der Nase behufs fester Umklammerung des Nasenstückes in Bewegung gesetzte Musculatur des einen Nasenlochs eine Mitbewegung des anderen in gleichem Sinne anregt. Ich erhielt demnach bei forcirter Inspiration ungefähr gleiche Resultate, ob das zweite Nasenloch zugehalten wurde oder nicht; dagegen bei der Exspiration waren die Werthe bei weitem kleiner, wenn das zweite Nasenloch nicht mit dem Finger vorschlossen gehalten wurde.

Im dritten Falle endlich benutzt man eine den Mund und die Nase fest umschliessende Gesichtsmaske. Man ordne an, dass der zu Untersuchende mit offenem Munde unter der Maske ein- resp. ausathme.

Ob eine dieser drei Methoden am meisten vorzuziehen sei, wird von der Entscheidung abhängen, welche von ihnen die exacteste und bequemste ist.

Die Exactität des Untersuchungsresultats kann nämlich durch Fehlerquellen sehr erheblich gestört werden. Dieselben müssen wir deshalb genau kennen zu lernen und demgemäss zu vermeiden suchen.

Lässt man nämlich durch ein Mundstück inspiriren, ohne dass man den Kranken vorher genügend instruirt hat, so kommt es gewöhnlich vor, dass derselbe überhaupt nicht inspirirt, sondern anstatt dessen die Mundhöhle am Isthmus palato-glossus nach dem Pharynx hin verschliesst und Luft in die geschlossene Mundhöhle vom Manometer aus aspirirt, dass er also statt einer Inspirationsbewegung eine Saug- oder Schlürfbewegung macht. Diese Aspirationskraft ist nun ausserordentlich viel grösser als die Inspirationskraft, und wenn man diese Verhältnisse nicht kennt, so kann man leicht den Fehler machen, das Resultat der ersteren für das der letzteren anzusehen. Der einigermassen Geübte er-

kennt in den meisten Fällen den Fehler sofort: Wenn nämlich aspirirt wird, so steigt die Quecksilbersäule (in Schenkel b) mit grosser Schnelligkeit oder fast plötzlich zu einer unerwarteten, d. h. das mittlere Maass der Inspirationskraft weit übersteigenden Höhe an, oder es wird mehr allmälig ununterbrochen hoch und immer höher hinaufgezogen, und wenn man nicht Einhalt gebietet, so saugt der Betreffende innerhalb einer oder weniger Secunden das Quecksilber bis an das oberste Ende der Röhre in den Gummischlauch oder selbst in seinen Mund hinein.

Eine gleiche Fehlerquelle macht sich bei der Exspiration geltend. Auch hier kommt es leicht vor, dass der zu Untersuchende, nachdem er seine Mundhöhle mit Luft stark gefüllt hat, den Isthmus glosso-palatinus schliesst, denselben nur von Zeit zu Zeit zur Aufnahme neuer Luft öffnet und nun, statt zu exspiriren, mittelst der Mundhöhlenmusculatur — ähnlich wie beim Blasen von Blaseinstrumenten — die Luft austreibt. Hier zeigt dann das Manometer nicht die Exspirationskraft, sondern vielmehr die Expulsionskraft der Mundhöhle an. Auch diese ist bei weitem grösser als die Exspirationskraft, und auch hier kann man nach einiger Uebung leicht am Manometer erkennen, wenn statt der Exspiration der Fehler der Expulsion gemacht wird. Es tritt dann nämlich — gleich wie bei der Aspiration, aber im anderen Schenkel (a) des Manometers — ein auffallend rapides Ansteigen des Quecksilbers ein, so dass dasselbe sogar aus der Röhre hinausgeschleudert werden kann.

In manchen Fällen sind diese Fehler nicht so ausgesprochen markirt und können dann leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Es kann nämlich eine wirkliche Inspiration abwechselnd mit einer Aspiration sich combiniren, ebenso eine Exspiration mit einer Expulsion, wobei am Manometer, nachdem das Steigen des Quecksilbers normal, d. h. durch In- resp. Exspiration bewirkt, bis zu einer geringen Höhe sich vollzogen hat, nach einer kurzen Pause plötzlich ein abnorm hohes erneutes Ansteigen sich manifestirt. Durch Uebung wird man auch diesen Fehler erkennen lernen.

Ein weniges wirken übrigens bei jeder angestrengten In- und

Exspiration durch den Mund, auch wenn sie normal vollzogen wird, die Aspirations- und Expulsionsbewegungen der Mundhöhlenmusculatur mit. Dieselben gehören hier zu dem physiologischen Mechanismus der forcirten Ein- und Ausathmung, und der Antheil, welcher ihnen bei der Kraftentwicklung derselben zukommt, ist in dem Endergebniss, welches die Summe aller bei der angestrengten Ein- und Ausathmung concurrirenden Kräfte darstellt, mit eingeschlossen. Dieser gleichsam physiologische Antheil der Aspiration und Expulsion an dem pneumatometrischen Resultat stört also die Exactität des letzteren, wenigstens für die praktische Verwerthung, für gewöhnlich nicht. Nur theoretisch wäre es von Interesse zu untersuchen, welcher Antheil an der durch das Manometer angezeigten Summe der wirkenden Kräfte den verschiedenen Muskelgruppen, den vorhandenen Widerständen etc. zukommt. Die Entscheidung dieser Frage ist indess eine rein physiologische und hat vorläufig für das praktische Bedürfniss wenig Bedeutung.

Nur in manchen, relativ seltenen Fällen ist es auch praktisch wichtig, auf diesen Punkt sein Augenmerk zu richten. Gewisse Personen nämlich haben durch ihr Gewerbe oder ihre Beschäftigung theils eine besondere Kraft, theils eine aussergewöhnliche Uebung der Mundhöhlenmusculatur erlangt, beispielsweise die Bläser von Instrumenten, die Schlächter u. a. Bei diesen erzielt man meist relativ hohe pneumatometrische Werthe, indem die Aspiration mit der Inspiration, resp. die Exspiration mit der Expulsion geschickt combinirt wird, und die Mundhöhlenkraft einen abnorm hohen Faktor für das Endergebniss setzt. Nach diesem Maassstab wird man demnach die pneumatometrischen Werthe solcher Individuen mit einiger Vorsicht zu beurtheilen haben.

In den weitaus meisten Fällen gelingt es ohne Mühe, die zu untersuchenden Personen so zu instruiren, dass sie ein brauchbares Ergebniss bei der Pneumatometrie liefern[1]). Einige freilich ge-

1) Auch Eichhorst (a. a. O.) kam zu denselben Resultaten. Unter 150 Personen gelang ihm nur bei einer einzigen nicht, durch Belehrung derselben zum Ziele zu gelangen.

berden sich mehr oder weniger ungeschickt und sind schwer anstellig, die Fehlerquellen zu vermeiden. Bei diesen muss man einige Geduld aufwenden und kommt dann grösstentheils zum Ziele. Nur vereinzelte Individuen, darunter selbst gebildete, fand ich unter den ca. 2000 Personen, die ich untersuchte, so ungelehrig, dass ich überhaupt darauf verzichten musste, zum Ziele zu gelangen.

Ausser der Belehrung, die immer das Wesentlichste ist, besteht ein wichtiges Mittel, den Fehler der Aspiration und Expulsion zu vermeiden oder zu vermindern, darin, dass man das Mundstück nicht bloss fest zwischen die Lippen nehmen, sondern, wie oben bereits erwähnt, möglichst tief nach hinten bis zum Zungenrücken hinter den Isthmus palato-glossus einführen lässt. Diesen Kunstgriff kann man zwar bei leicht anstelligen Personen entbehren, er ist aber nothwendig theils bei ungeschickten, theils bei solchen, die eine abnorme Uebung der Mundhöhlenmusculatur voraussetzen lassen.

Die Erwägung, die Fehlerquelle der Aspiration und Expulsion gänzlich aus der Pneumatometrie ausschliessen zu wollen, war es hauptsächlich, welche zu den Versuchen, durch ein Nasenloch anstatt durch den Mund athmen zu lassen, Veranlassung gegeben hat. Ich habe in zahlreichen Fällen die *Untersuchung durch die Nase* anstellen lassen, und das endliche Resultat war, dass ich allmälig fast vollständig von dieser Methode zurückgekommen bin.

Die Untersuchung durch die Nase ist den meisten Menschen nicht uur unbequem und lästig, sondern wird sogar von vielen als eine aussergewöhnliche Unannehmlichkeit betrachtet. Man könnte sich hierüber hinwegsetzen, wenn die Vortheile dieser Methode so evident wären, dass sie diese Nachtheile in den Schatten stellen. Dem ist aber keineswegs so. Zu der Unbequemlichkeit kommen noch andere Uebelstände hinzu. Häufig nämlich ist der Nasenkanal verengt, selbst verstopft, noch häufiger mit Schleim bedeckt, welcher die Oeffnung des Nasenstücks verlegt. Durch diese Momente wird das Kraftmaass der In- und Exspiration herabgesetzt, und man erhält dann ganz unbrauchbare Zahlen. An-

dererseits wird der Fehler, um dessen Vermeidung willen man überhaupt die Nasenathmung der Mundathmung vorzog, wie ich mich aufs bestimmteste überzeugte, gar nicht einmal eliminirt. Auch durch die Nase werden Aspirations- und Expulsionsbewegungen vollzogen, und dieselben erfolgen in manchen Fällen mit einer solchen Kraft, dass dieselben das pneumatometrische Ergebniss sehr wesentlich beeinflussen und abnorm hohe Werthe zum Vorschein bringen. Gewisse Individuen besitzen nämlich eine ganz besondere Geschicklichkeit — gewöhnlich durch häufigen Schnupfen übend erlernt — durch die Nase, behufs Entfernung von Schleim nach aussen oder in die Fauces, forcirt Luft auszustossen oder einzuziehen, und diese Geschicklichkeit am Pneumatometer zur Geltung gebracht, führt eben die gleichen Fehler herbei, um deren Vermeidung willen wir die Unbequemlichkeit und Unannehmlichkeit der Nasenathmung hätten in den Kauf nehmen wollen.

Da die Fehlerquellen demnach durch die letztere Methode nicht eliminirt werden — in vielen Fällen werden die pneumatometrischen Werthe zu klein, in anderen zu gross —, so überwiegen die erst genannten Schattenseiten um so mehr zu Ungunsten der Nasenathmung, und aus diesem Grunde kann ich dieselbe für die gewöhnliche Untersuchung nicht empfehlen. Man kann sie für diejenigen seltenen Fällen reserviren, in welchen die reguläre Athmung durch den Mund wegen der Ungelehrigkeit der Patienten nicht gelingt, oder sie zur Controle benutzen, wo man über die Exactität des bei der Mundathmung gewonnenen Resultats im Unklaren geblieben ist.

Am sichersten wird der Fehler der Aspiration und Expulsion vermieden, wenn man eine G e s i c h t s m a s k e, welche Mund und Nase luftdicht umschliesst, anstatt des Mund- und Nasenstückes anwendet. Ich begann meine Versuche mit einer solchen Maske anzustellen, sofort nachdem ich durch Construction meines transportablen pneumatischen Apparates in den Besitz einer allen Anforderungen des luftdichten Verschlusses genügenden Gesichtsmaske gelangt war, und überzeugte mich bald, dass vermittelst derselben die Pneumatometrie am exactesten und mit leichtester Vermeidung

der Fehlerquellen ausgeführt werde[1]). Seitdem bediene ich mich für die meisten Fälle der Maske und greife nur dann statt derselben zum Mundstück, wenn zufällig von den vorräthigen Masken keine dem Gesichte des Patienten luftdicht anpasst. Wer im Besitze eines pneumatischen Apparates ist, wird auch immer eine Anzahl Masken vorräthig haben, unter denen sich — einzelne Ausnahmen abgerechnet — immer eine finden wird, welche für die zu untersuchende Person passt. Für die weitaus meisten Fälle reicht sogar dieselbe mittlere Grösse der Maske, die dann nach dem Gesichte leicht gebogen werden kann, aus, und nur in seltenen Fällen bedarf man grösserer oder kleinerer Masken.

Beim Athmen unter der Maske muss der zu Untersuchende mit weit geöffnetem Munde in- und exspiren. Er kommt deshalb nicht in die Lage, den Isthmus glosso-palatinus zu schliessen und eine Aspiration resp. Expulsion statt der Inspiration und Exspiration auszuführen. Eine Aspirations- und Expulsionsbewegung ist freilich auch hier mit der Ein- und Ausathmung verbunden, aber nur eine solche, welche innerhalb der physiliologischen Grenzen (vergl. oben) sich bewegt.

Bei Benutzung der Maske macht der Patient zuweilen den Fehler, dass er dieselbe, anstatt sie nur fest und luftdicht ans Gesicht anzulegen, mit zu grosser Gewalt anpresst und sie hierbei mit der Hand kräftig zusammendrückt. Es erleidet dadurch die Luft in der Maske eine Compression, die sich am Manometer als positiver Druck zu erkennen giebt. Geschieht dieses gewaltsame Zusammenpressen der Maske während der Exspiration, so erhält man einen zu grossen Druckwerth — hiermit also eine Fehlerquelle, die man zu beachten und zu verhindern hat.

Noch eine andere Fehlerquelle, die aber leicht erkannt und leicht vermieden wird, ist zu erwähnen. Es kommt nämlich vor, dass der zu Untersuchende nach erfolgter einmaliger Exspiration die Quecksilbersäule mittelst der Mundhöhle auf ihrem Niveau der positiven Druckdifferenz erhält, sodann mittelst der Nase kurz inspirirt und sodann eine zweite Exspiration bei geöffnetem

---

1) Herr Geh. Rath Lebert hat, ohne meine bezüglichen Versuche zu kennen, wie er mir im Frühjahr 1874 brieflich mittheilte, gleichfalls die Gesichtsmaske meines pneumatischen Apparates mit Vortheil zur Pneumatometrie angewendet.

Isthmus folgen lässt, wobei sich die Wirkungen der zwei Exspirationen combiniren und ein abnorm hoher Druck — freilich nur für einen Moment — erzielt wird. Um diesen Fehler zu vermeiden, dazu genügt die oben gegebene Vorschrift, bei der Athmung mittelst des Mundstücks die Nase mit den Fingern verschliessen zu lassen. Wo dieser Fehler nicht gemacht wird, ist das Zuhalten der Nase überflüssig, weil der Nasenrachenraum vom Velum palatinum hinlänglich verschlossen wird. Bei der Athmung durch die Maske kann überhaupt der angegebene Fehler nicht vorkommen.

Dagegen macht sich bei der letzteren, eben so wie bei der Athmung mittelst Mund- und Nasenstücks, oft eine andere Störung geltend, welche einen sehr instructiven Beweis dafür liefert, wie mangelhaft die meisten Menschen, selbst gebildete, nicht selten mit den einfachsten Functionen ihres Körpers vertraut sind. Will man beispielsweise die Exspiration messen, und man fordert die betreffenden Personen auf zu exspiriren, so sieht man nicht selten am Manometer anstatt eines positiven Ausschlags (im Schenkel a) einen negativen (im Schenkel b): dieselben haben also nicht aus- sondern eingeathmet, obgleich sie das Entgegengesetzte zu thun vermeinten oder wirklich intendirten. Dieser Fehler wird nun freilich durch Belehrung überwunden; aber oft bleibt gleichsam ein Rest desselben übrig, der das Resultat stört. Die betreffenden Individuen beginnen nämlich die vorgeschriebenen Exspirationsversuche am Pneumatometer, noch bevor sie ihre Inspiration vollendet haben: es zeigt sich dann am Manometer zuerst ein kleiner negativer Inspirations-Ausschlag, auf welchen dann erst die positive Drucksteigerung der Exspiration folgt. Die Versuchsperson weiss meist nichts von dem Fehler und muss erst von dem Arzte, der denselbea ja am Manometer sofort erkennt, darauf aufmerksam gemacht werden. Dadurch nun, dass zuerst eine negative Quecksilberschwankung im Manometerrohr stattgefunden hat, ist gleichsam der Nullpunkt für die Berechnung des nachfolgenden positiven Ueberdruckes verschoben, er ist um so viel über Null am Manometer hinaufgerückt, als der vorangehende kurze Inspirationszug betragen hat, und deshalb wird bei

der nun folgenden Exspiration das Quecksilber weniger hoch, nämlich um die Differenz der anfänglichen negativen Druckschwankung, hinaufgeschoben, als bei normaler Exspiration. — Der analoge Fehler wird, wenn auch seltener, bei der Inspiration gemacht.

Manche ungeübte Personen machen sogar bei den pneumatometrischen Versuchen dauernd abwechselnd In- und Exspirationen, wobei ein Pendeln der Quecksilbersäule bald nach rechts, bald nach links hin erfolgt.

Alle diese Fehler erkennt der Arzt sofort, und dieselben lassen sich nur durch Belehrung der Patienten eliminiren.

Nach Beleuchtung aller dieser Punkte gestaltet sich demnach das Endresultat über die eingangs erwähnten drei Methoden folgendermassen:

Am zweckmässigsten erscheint für die meisten Untersuchungen die Benutzung der Gesichtsmaske, weil hierbei die Fehlerquellen am leichtesten zu vermeiden sind. Aber auch die Anwendung des Mundstücks ergiebt vollkommen brauchbare Resultate, wenn man die oben näher ausgeführten nothwendigen Cautelen beobachtet und die zu untersuchenden Personen genügend instruirt. Der Gebrauch des Nasenstücks ist unbequem, bietet für gewöhnlich keine Vortheile, oft sogar noch erhebliche Nachtheile und ist deshalb nur für Ausnahmefälle zu reserviren.

Es ist empfehlenswerth, eine grössere Anzahl von Mund- und Nasenstücken so wie von Gesichtsmasken vorräthig zu halten, damit Kranken, die es für sich selbst wünschen oder von denen eine Ansteckung zu befürchten ist, ihr eigenes erhalten können.

Bei der pneumatometrischen Untersuchung ist es zweckmässig, zwischen dem Messen der Inspiration und dem der Exspiration eine kleine Pause eintreten zu lassen. Das Athmen am Pneumatometer strengt nämlich immer etwas an, und der zu Untersuchende muss deshalb nach der Messung der Inspiration sich erst ausruhen und genügend Athem schöpfen, ehe zu der Messung der Exspiration geschritten wird. Der letzteren muss stets eine

tiefe Inspiration aus der freien Luft unmittelbar vorausgeschickt werden. Für die Messung der Inspirationskraft hingegen ist es nicht nothwendig und deshalb auch nicht empfehlenswerth, dass eine forcirte Exspiration in die freie Luft der zu messenden Inspiration vorangehe, weil das Maass des Inspirationszuges dadurch nicht wesentlich modificirt wird.

Gewöhnlich übe ich folgenden Modus der Untersuchung: Nach vorhergegangener genauer Instruction hält der Betreffende die Maske vor Mund und Nase, resp. führt das Mund- oder Nasenstück ein und inspirirt mit einem Zuge so tief, als er irgend vermag, während ich am Manometer das Maximum der erzielten Quecksilberhöhe ablese. Ich lasse dann sofort die Maske wegnehmen und mehrere Male ruhig aus freier Luft athmen. Meist wiederhole ich dieselbe Procedur mehrere Male mit den zum freien Athmen nothwendigen Pausen, zumal wenn das erreichte Resultat zu Bedenken in Betreff seiner Brauchbarkeit Veranlassung gegeben hat. Das aus den verschiedenen Versuchen erlangte Maximum notire ich als den Werth der Inspirationskraft. Darauf nach einer Pause von etwa ½—1 Minute, selten länger, gehe ich an die Messung der Exspiration, welcher, wie bereits erwähnt, eine tiefe Inspiration aus freier Luft vorangeschickt wird. Auch hier lasse ich meist mehrere Exspirationsversuche mit dazwischen liegenden Pausen hintereinander ausführen und notire das Maximum aus allen Versuchen.

Es ist deshalb wichtig, zu wiederholen Malen die Inspirationen und Exspirationen ausführen zu lassen, weil nicht immer die zu Untersuchenden sofort das ganze Kraftmaass aufwenden, dessen sie fähig sind. Haben sie indess erst einige Male den Versuch gemacht, so geben sie dann später meist das gleiche oder ein annähernd gleiches Resultat, bis sie ermüdet werden und dann nur noch kleinere Werthe hervorbringen.

Ich halte es für nothwendig, das Maximum aus sämmtlichen Versuchen als das Endergebniss hinzustellen, nicht etwa eine Mittelzahl aus den Ergebnissen der einzelnen Versuchsreihen. Lassar[1]), welcher unter Riegel's Leitung meine pneumatometrischen Ergebnisse einer Prüfung unterzog, beging meines Erachtens den Fehler, dass er aus einer Anzahl

1) Zur Manometire der Lungen. Inaugural-Abhandlung, der medicinischen Facultät zu Würzburg vorgelegt. Würzburg 1872.

von Versuchen, die er ein Individuum ausführen liess, das Mittel berechnete und dieses als die besonders maassgebende Zahl hinstellte. Dieses Mitel entspricht niemals den wirklich vorliegenden Verhältnissen; denn mittelst des Pneumatometers soll die Maximalkraft gemessen werden, welche die Ein- und Ausathmung zu leisten im Stande ist, nicht eine beliebige mittlere Kraft, die sich aus der Summe von nur theilweise brauchbaren und im übrigen ganz unbrauchbaren — weil entweder durch Fehlerquellen oder ungeeignete Kraftanstrengung verursachten — Zahlen zusammensetzt. Exact ist aber nur diejenige Zahl, welche das Individuum bei seiner grössten Kraftanstrengung producirt, und diese Zahl ist eine constante; denn lange Zeit täglich oder wöchentlich fortgesetzte Untersuchungen (theilweise an den Studirenden, die meine Vorlesungen hörten) ergaben, normale Verhältnisse vorausgesetzt, jedes Mal ein nahezu gleiches Maximum.

Die pneumatometrischen Ergebnisse bei Gesunden.

Hält man die Maske vor Mund und Nase und athmet ruhig und oberflächlich in der gewöhnlichen Weise, so ergiebt das Manometer sowohl bei der In- wie bei der Exspiration nur den sehr geringen Ausschlag von 1—2 Mm. Dasselbe Resultat erhält man, wenn man das Nasenstück des Pneumatometers in ein Nasenloch einführt und in gewohnter Weise durch die Nase athmet. Es ist hierbei, wenigstens für die Inspiration, gleichgültig, ob das zweite Nasenloch mit dem Finger geschlossen wird oder nicht. Die Untersuchung stellte ich an mir selbst und anderen gesunden Personen an. Das Ergebniss stimmt nahezu mit dem von Valentin und Donders gefundenen überein.

Der Kraftaufwand für die gewöhnliche ruhige Athmung und die demgemäss geleistete Zug- und Druckwirkung der oberflächlichen In- und Exspiration ist demnach ausserordentlich geringfügig.

Die Kraftentfaltung wird meist sofort gesteigert, sowie die zu untersuchende Person ihre Aufmerksamkeit auf den Athmungsact richtet. Ohne dass dieselbe es intendirt, setzt sie unwillkürlich etwas tiefere Athemzüge an Stelle der gewöhnlichen oberflächlichen, und das Manometer giebt dem entsprechend weit grössere Ausschläge. Es steigt dann das Quecksilber bei der Inspiration leicht bis zu —10 und selbst —20 Mm.; bei der Exspiration

gewöhnlich weniger hoch, etwa bis zu 10 bis 15 Mm. Hierbei hat der zu Untersuchende immer noch die Empfindung, ruhig und ohne jede besondere Kraftanstrengung zu athmen. Auch wenn ich an mir selbst den Versuch machte und ohne jede Anstrengung, nur tiefer als gewöhnlich, am Manometer inspirirte — sei es durch die Maske, sei es durch ein Nasenloch — stieg das Manometer, je nach der Tiefe des Athemzuges, auf —10, —15 und —20 Mm., während es bei ruhiger Exspiration nach vorhergegangener nicht ganz flacher Inspiration — wobei die Exspirationsmuskeln nur unbedeutend in Wirksamkeit traten — auf 5 bis 10 Mm. anstieg.

Ganz anders gestaltet sich das Resultat, sobald der zu Untersuchende tiefe Athemzüge mit seinem Willen direct intendirt und seine accessorischen Hülfsmuskeln für die In- und Exspiration in Bewegung setzt. Geschieht die tiefe Inspiration vollkommen ruhig, nicht forcirt, ohne jede Anstrengung, so steigt das Quecksilber langsam bis zu einem negativen Drucke von 30, 40, 50, 60 Mm. und selbst noch höher an, indem der Betreffende die Empfindung hat, diese Werthe mit voller Bequemlichkeit erreicht und keine besonders hohe Kraft dabei entfaltet zu haben. Die gleichen positiven Druckwerthe und meist noch höhere werden bei der ruhigen, aber kräftigen Exspiration nach vorhergegangener tiefer Inspiration erzielt. Die Resultate sind nahezu dieselben, ob man die Maske, oder das Mund- und Nasenstück anwendet.

Bei weitem höhere Werthe — und diese sind es, welche für die Pneumatometrie hauptsächlich in Betracht kommen — erhält man, wenn man bei dem Versuch die volle Kraft für die In- und Exspiration aufwenden lässt, deren die betreffende Person überhaupt fähig ist.

Hierbei sind zweierlei Methoden zu unterscheiden;

1. Lässt man nämlich aufs tiefste plötzlich und forcirt inspiriren, so steigt das Quecksilber schnell bis zu einem Maximum an, kann aber selten kaum 1 Secunde auf diesem Maximum durch die Inspirationskraft erhalten werden, sondern sinkt sehr bald wieder zu einem niederen Werthe herab. Das Gleiche geschieht bei schneller forcirter Exspiration.

2. Lässt man gleich tief, aber langsam und nur allmälig bis zur vollsten Kraftentfaltung ansteigend inspiriren, so erhebt sich das Quecksilber langsam bis zu einer gewissen Höhe, welche das Maximum des vorigen Versuchs nicht erreicht, kann jedoch eine oder mehrere Secunden auf dieser oder einer etwas niederigeren Höhe durch die Inspirationskraft erhalten werden. Gewöhnlich bleibt das Quecksilber hierbei nicht starr auf demselben Punkte, sondern pendelt herauf und herab zwischen zwei Werthen, die etwa 10—20—40 Mm. auseinander liegen. Man kann dann etweder die Mittelzahl als den gefundenen Werth notiren oder diejenige Ziffer, auf der das Quecksilber am längsten verharrt. Der gleiche Modus gilt für die Exspiration.

Es fragt sich nun, welche dieser beiden Methoden ist für die Pneumatometrie vorzuziehen?

Beide Methoden haben sicherlich ihre volle Berechtigung. Die erste zeigt das Maximum der überhaupt möglichen, wenn auch nur für einen Moment zu ertragenden Kraftentfaltung an, die letztere zwar nicht das volle Kraftmaass, aber dafür ein solches, welches für eine oder mehrere Secunden aufgewendet werden kann.

Ohne zu verkennen, dass die letztere Methode vielleicht ein angemesseneres Maass für die Beurtheilung der Kraft liefert, bin ich doch aus praktischen Gründen dahin gelangt, der ersteren für gewöhnlich den Vorzug zu geben[1]).

Bei der ersten hat man eine bestimmte Maximalzahl, die sich bequem und mit geringem Zeitaufwand erreichen lässt, die für sich allein ausreicht und für ihre Deutung — selbstverständlich bei Ausschluss der Fehlerquellen — keines zweiten Faktors zur Ergänzung bedarf. Diese Maximalzahl ist für jedes Individuum eine nahezu constante.

Ganz anders verhält es sich mit der zweiten Methode: hier

---

1) In meiner ersten Arbeit über Pneumatometrie (a. a. O.) habe ich der zweiten Methode den Vorrang zuerkannt. Die Praxis aber hat mich auf einen anderen Weg gelenkt und zur ersten Methode aus den oben angegebenen Gründen zurückgedrängt.

drückt die notirte Quecksilberhöhe für sich allein nicht das volle Kraftmaass aus, sondern es kommt als zweiter Faktor die Zeitdauer hinzu, während welcher das Individuum die Kraft aufzuwenden vermag. Das brauchbare Resultat ist demnach ein complicirtes Produkt von Druckwirkung und Zeit, aber keineswegs derart, dass man etwa durch einfache Multiplication der beiden Faktoren zu einem exacten Ergebnisse gelangen könnte. Die Druckhöhe, die man bei der zweiten Methode erhält, ist auch keine so constante wie bei der ersten; denn je nachdem das Individuum seine volle Druck- resp. Zugkraft schneller oder langsamer entfaltet, wird es bald höhere, bald niedrigere Werthe erzielen, die es im letzteren Falle dann längere Zeit wird ertragen können, als im ersteren Falle.

Die Praxis drängt entschieden dazu, ein einfaches, constantes und leicht zu erzielendes Maximum vorzuziehen, und deshalb glaube ich, ist die erste Methode ganz besonders zu empfehlen. Allen meinen Untersuchungen sind die nach dieser gewonnenen Maximalzahlen zu Grunde gelegt, wo nicht das Gegentheil direct notirt ist.

Indess ist auch der Werth der zweiten Methode, namentlich für gewisse Fälle, für die Praxis nicht zu unterschätzen. Manchen Personen wird es nämlich schwer, durch forcirte plötzliche In- und Exspiration eine hohe Maximalziffer zu erreichen, dagegen bringen sie es bequem zu einer niedrigeren Höhe, auf der sie dann das Quecksilber während einiger Secunden zu erhalten vermögen. Die auf diese Weise — also nach der zweiten Methode — gewonnenen Werthe sind nicht nach demselben Maassstab zu beurtheilen, wie die sonstigen Maxima der ersten Methode, sie sind vielmehr höheren Werthen dieser letzteren Maxima aequivalent. Wenn beispielsweise jemand bei der Inspiration auf das Quecksilber einen Zug von 70 Mm. ausübt und diesen Zug während 2—3 Secunden auf derselben Höhe hält, so ist dies ungefähr gleichwerthig der Leistung eines anderen, der das Quecksilber schnell auf 100—120 Mm. hebt, aber kaum 1 Secunde diese Höhe zu erhalten vermag.

Von den zahlreichen Versuchen, die ich anstellte, will ich nur

zwei in extenso hier anführen und mich dann damit begnügen, die Endergebnisse zu verzeichnen.

I. Versuch an mir selbst. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.

A. Athmung durch ein Mundstück.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Das Quecksilber steigt schnell auf die Höhe von — 70 Mm. über Null, der Inspirationszug beträgt demnach in maximo 140 Mm. Die Quecksilbersäule sinkt jedoch sofort wieder auf einen sehr niedrigen Grad herab.
   b) Langsamere, aber möglichst tiefe Inspiration. Der negative Druck steigt langsam auf 100 Mm., fällt dann auf 80 Mm. und pendelt während 2 Secunden zwischen 40—80 Mm. und 50 — 70 Mm. Die mittlere Zahl beträgt demnach 60 Mm., um welche Höhe herum sich das Quecksilber auch am längsten erhält.
2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Der für einen Moment erreichte Maximaldruck beträgt 150 Mm.
   b) Langsam ansteigende kräftige Exspiration. Es wird die Höhe von 100 Mm. erreicht, sodann fällt die Quecksilbersäule und wird während 4 Secunden zwischen 60—80 Mm., und zwar während der Hälfte der Zeit wenige Millimeter über und unter 70 Mm. pendelnd erhalten.

Die Werthe sowohl bei der In- als bei der Exspiration sind gleich, ob die Nase zugehalten wird oder nicht.

B. Athmung durch ein Nasenstück.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Es wird für einen Moment ein negativer Maximaldruck von 140 Mm. erreicht. Sofort Absinken des Quecksilbers.
   b) Langsame, sehr tiefe Inspiration. Nach Erreichen einer Höhe von 100 Mm. Absinken und Pendeln des Quecksilbers während 3 Secunden zwischen 40—80 Mm. Mittel 60 Mm.

Die Werthe sind gleich, ob das zweite Nasenloch offen gelassen oder mit den Fingern geschlossen wird. Das Nasenloch verschliesst sich unwillkürlich von selbst beim Inspiriren.

2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum, für einen Moment erreicht, 170 Mm.
   b) Langsame starke Exspiration. Dasselbe steigt auf 100 Mm.,

pendelt dann 2 Secunden zwischen 100 und 70 Mm. und hält sich sodann noch während zweier Secunden auf 70 Mm.

Das zweite Nasenloch wurde während des Versuchs mit den Fingern geschlossen. Wurde es bei anderen Versuchen offen gelassen, so erhielt ich ausserordentlich viel kleinere und aus dem Grunde unbrauchbare Zahlen, weil der Luft aus dem zweiten offenen Nasenloche der Austritt frei stand. Maximum der Exspirationskraft bei offenem Nasenloch betrug nur 110 Mm.

C. Athmung durch die Gesichtsmaske.

1. Inspiration.
   a) Forcirte schnelle Inspiration. Maximum, für einen Moment erreicht, — 130 Mm. Schnelles Absinken.
   b) Langsamere tiefe Inspiration. Ansteigen des negativen Drucks auf ca. 100 Mm., sodann zitternde Pendelbewegung des Quecksilbers zwischen 50—70 Mm. während 1½ Secunde. Mittel — 60 Mm.

2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximaldruck für einen Moment erreicht 140 Mm. Schnelles Absinken.
   b) Langsamere starke Exspiration. Schwanken der Quecksilbersäule während 1½ Secunden zwischen 60—80 Mm. Mittel 70 Mm.

II. Versuch an einem ausserordentlich kräftigen, musculösen, 5 Fuss 6 Zoll (= 174 Cm.) grossen, gesunden Mann. Vitale Lungencapacität 5000 Ccm.

A. Athmung durch ein Mundstück.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Maximum des negativen Drucks 150 Mm. Baldiges Absinken.
   b) Langsame tiefe Inspiration. Das Quecksilber wird während 3 Secunden zwischen — 80 bis 100 Mm. und zwar grösstentheils in der Mitte, also auf — 90 Mm. erhalten.
2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum 220 Mm.
   b) Langsamere starke Exspiration. Schwanken des Quecksilbers während 4 Secunden zwischen 130—150 Mm. Mittel 140 Mm.

Die Werthe sind gleich, ob die Nase während des Versuchs mit den Fingern verschlossen wird oder nicht.

B. Athmung durch ein Nasenstück.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Maximum — 140 Mm.
   b) Langsamere tiefe Inspiration. Das Quecksilber wird während

drei Secunden zwischen — 80 bis 100 Mm. pendelnd erhalten. Mittel — 90 Mm.

Die Resultate sind gleich, ob das zweite Nasenloch mit dem Finger verschlossen wird oder nicht.

2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum 200 Mm.
   b) Langsamere starke Exspiration. Das Quecksilber wird zwischen 110—130 Mm., und zwar grösstentheils auf 120 Mm., während 3 Secunden gehalten.

Das zweite Nasenloch wurde während des Versuchs mit dem Finger verschlossen. Wurde es offen erhalten, so wurden als Maximum nur 80 Mm. erzielt.

C. Athmung durch die Gesichtsmaske.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Maximum des negativen Drucks, für einen Moment erreicht, 160 Mm.
   b) Langsamere tiefe Inspiration. Negativer Druck wird während 2 Secunden um 100 Mm. herum, ein wenig nach oben und unten schwankend, erhalten.
2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum 220 Mm.
   b) Langsamere starke Exspiration. Das Quecksilber wird 2 Secunden um 120 Mm., nur wenige Millimeter nach auf- und abwärts pendelnd, erhalten.

Aus diesen Versuchen ergeben sich zunächst einige Schlüsse, die für die Technik der pneumatometrischen Untersuchung von Werth sind, und die ich hier nicht noch einmal wiederhole, weil sie bereits im vorigen Kapitel des Näheren ausgeführt sind. Man ersieht namentlich, dass im wesentlichen die Ergebnisse die gleichen sind, ob man durch ein Nasenstück, ein Mundstück oder eine Gesichtsmaske athmen lässt. Die kleinen Differenzen sind für das Endresultat ohne Bedeutung und erklären sich aus den bereits früher näher angeführten Momenten.

Hinzufügen möchte ich noch einige Versuche, welche den Einfluss zeigen, den eine der Exspiration vorhergehende tiefe oder flache Inspiration auf den Exspirationsdruck äussert.

Fall I. a) Exspirationsdruck bei forcirter schneller Exspiration durch ein Mundstück, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, in maximo 190 Mm.

Derselbe, nach vorhergegangener gewöhnlicher ruhiger Inspiration nur 170 Mm.

b) Exspirationsdruck bei langsamer starker Exspiration durch ein Mundstück, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, 160 Mm. Derselbe nach ruhiger Inspiration nur 130 Mm.

Fall II. a) Exspirationsdruck bei forcirter schneller Exspiration durch die Nase, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, 150 Mm. Derselbe nach ruhiger flacher Inspiration 100 Mm.

b) Exspirationsdruck bei langsamer starker Exspiration durch die Nase, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, 90—100 Mm. Derselbe, nach flacher Inspiration, 80—90 Mm.

In beiden Fällen dagegen ergiebt sich für den Inspirationszug ein gleiches Resultat, ob der Inspiration eine tiefe oder eine gewöhnliche Exspiration vorhergangen ist, nämlich im Fall I. in maximo 150 Mm., mehrere Secunden erhalten auf 90 Mm.; in Fall II. in maximo 80 Mm., erhalten auf 70 Mm.

Es ergiebt sich demnach, dass die volle Kraft der Exspiration nur erreicht wird, wenn der letzteren eine tiefe Inspiration vorangeht; dass es dagegen für die Kraft der Inspiration ohne Belang ist, ob dieselbe auf eine gewöhnliche oder tiefe Exspiration folgt. Hieraus ist die Regel abzuleiten, dass bei der pneumatometrischen Untersuchung der Exspirationsdruck stets nach vorhergegangener tiefer Inspiration, der Inspirationszug dagegen nach gewöhnlicher Exspiration zu messen ist.

Wir kommen nunmehr zu den wichtigsten Resultaten der Beobachtung, nämlich zur Betrachtung der gewonnenen Druckwerthe.

Hier ist als das für die Praxis bedeutsamste Factum hervorzuheben, dass der Exspirationsdruck grösser ist als der Inspirationszug.

Ich befinde mich hiermit in Uebereinstimmung mit allen den Physiologen, welche den Manometerdruck an Gesunden prüften, mit Valentin, Mendelsohn, Hutchinson und Donders.

Indess bleibt noch eine schwierige Frage zu lösen, nämlich eine wie grosse Differenz zwischen Exspirationsdruck und Inspirationszug als eine normale zu bezeichnen ist?

Mendelsohn giebt die Differenz auf ca. 26 Mm. an; indess ist die Zahl seiner Beobachtungen viel zu gering, um diese Frage

zu entscheiden. Hutchinson, der an zahlreichen Personen die Prüfung unternahm, berechnet den Exspirationsdruck ungefähr um $\frac{1}{3}$ grösser als den Inspirationszug.

Nach meinen eigenen Beobachtungen schwankt die Differenz in so erheblichen Grenzen, dass man eine feste Norm aufzustellen nicht im Stande ist. Am wenigsten kann man, gleich Mendelsohn, eine bestimmte absolute Zahl angeben, welche als eine nahezu regelmässige Differenz zu gelten habe. Zuweilen übertrifft der Exspirationsdruck den Inspirationszug nur um 5 — 10 Mm., in anderen Fällen steigt diese Ziffer selbst auf 40 — 60 Mm. an. Am häufigsten beträgt die Differenz etwa 20 — 30 Mm.

Auch eine relative Vergleichung der Exspiration und Inspiration lässt sich streng genommen nicht durchführen. Für die meisten Fälle möchte ich zwar den Beobachtungen Hutchinson's beistimmen, dass der Exspirationsdruck den Inspirationszug ungefähr um $\frac{1}{3}$ des letzteren überragt, dass also beispielsweise einem Inspirationszuge von 90 Mm. ein Exspirationsdruck von 120 Mm. entspricht; aber auch hier kommen sehr erhebliche relative Schwankungen vor. In einem Falle kann die relative Differenz zwischen In- und Exspiration auf $1/_{10}$ und selbst bis $1/_{15}$ herabsinken, in einem anderen Falle hingegen bis zu $1/_2$ sich steigern. (Vergl. die obigen Versuchsreihen.)

In einer kleinen Reihe von Fällen fand ich nun ausserdem bei anscheinend ganz gesunden Personen, denen auch bei starken Bewegungen der Athem nicht knapp wurde, dass der Exspirationsdruck den Inspirationszug überhaupt nicht überragte, sondern dass beide ziemlich gleiche Werthe ergaben. In solchen Fällen fand ich mich nicht berechtigt, eine Abnormität mit Sicherheit anzunehmen, wenn es mir auch zweifelhaft schien, ob nicht doch eine solche — wenn sie auch auf andere Weise noch nicht zu constatiren war — vorlag. Nach derartigen Erfahrungen gelangte ich zu der Praxis, nur diejenigen Fälle mit Sicherheit als abnorm zu bezeichnen, in welchen der Exspirationsdruck geringer war als der Inspirationszug.

Von nicht geringerer Bedeutung als das Verhältniss zwischen In- und Exspiration sind die für beide gewonnenen abso-

luten Druckwerthe. Auch diese schwanken innerhalb weiter Grenzen.

Erwachsene gesunde Männer, die nicht besonders kräftig sind, erzielen bei der forcirten Inspiration im Mittel einen negativen Maximaldruck von 80—100 Mm., bei der forcirten Exspiration einen positiven Maximaldruck von 100—130 Mm. Sehr kräftige, musculöse Männer übertreffen diese Ziffer oft um ein beträchtliches: für die Inspiration können sie 120—160 Mm., für die Exspiration 150 bis 220 Mm. erreichen. Schwächliche Personen dagegen ergeben geringere Werthe; indess, wenn dieselben gesund sind, kann man bei erwachsenen Individuen männlichen Geschlechts für den negativen Inspirationsdruck 70 Mm., für den positiven Exspirationsdruck 80 Mm. als das Minimum hinstellen.

Frauen vermögen mit ihrer Athmung nur erheblich geringere Druckwerthe zu erreichen als Männer. Im Durchschnitt beträgt bei ihnen der negative Druck der forcirten Inspiration 60 bis 80 Mm., der positive Druck der forcirten Exspiration 70 bis 110 Mm. Grössere Ziffern werden nur von wenigen erreicht. Als Minimum für gesunde Frauen ist ungefähr —50 Mm. für die forcirte Inspiration, + 60 Mm. für die forcirte Exspiration zu bezeichnen.

Kinder im Alter von etwa 10 Jahren und darüber haben gewöhnlich Werthe, die dem Minimum der Erwachsenen ganz oder nahezu (Differenz etwa 10—20 Mm.) gleich kommen. Nicht wenige Kinder erreichen sogar die Mittelzahlen der Erwachsenen. Es fehlt mir indess ein genügend grosses Beobachtungsmaterial, um sichere Zahlen für Kinder der verschiedenen Altersklassen angeben zu können. Dasselbe gilt für das höhere Alter. Ich kann hier nur so viel constatiren, dass bei Greisen, zuweilen sogar schon in einem Alter über 60 Jahren, die pneumatometrischen Ziffern nahe zum Minimum oder selbst noch unter dieses herabsinken.

Die oben angegebenen Zahlen entsprechen den durch forcirte In- und Exspiration zu erreichenden Maximalwerthen. Viel geringer

sind die Ziffern für die langsam ansteigende In- und Exspiration, wobei die Versuchpersonen im Stande sind, eine oder mehrere Secunden den Druck auf der Höhe zu erhalten. Bei gesunden erwachsenen Männern schwankt der auf diese Weise gewonnene Inspirationszug zwischen 50 bis höchstens 120 Mm., der Exspirationdruck zwischen 60 — 150 Mm.; die mittleren Werthe sind für die Inspiration 60—90 Mm., für die Exspiration 70 bis 100 Mm. Bei Frauen beträgt der Inspirationszug etwa 25 bis 60 Mm., die Exspiration etwa 30—80 Mm.

Vergleichen wir hiermit die von anderen Autoren gewonnenen Resultate: Die Zahlen von Valentin sind zu hoch, offenbar weil die Fehlerquellen der Aspiration und Expulsion nicht vermieden sind. Die Ergebnisse von Mendelsohn und Hutchinson stimmen im Grossen und Ganzen mit den meinigen überein. Die Werthe von Donders sind zu klein; vielleicht dass die Versuchspersonen nicht vollkommen gesund waren, oder dass die Nasen-Athmung eine Fehlerquelle setzte.

Eichhorst (a. a. O.) fand bei 24 Männern als Mittelwerth für die Inspiration 44 Mm., für die Exspiration 60 Mm.; bei 18 Frauen für die Inspiration 26 Mm., für die Exspiration 36 Mm. Jedoch entsprechen diese Zahlen dem Maximum der ruhigen, nicht forcirten In- und Exspiration, schliessen sich also den oben an letzter Stelle von mir gegebenen Werthen an, als welche sie etwas kleiner erscheinen.

Lassar endlich (a. a. O.) fand als Mittel bei der Athmung durch den Mund für die forcirte Inspiration 50 Mm., für die forcirte Exspiration 60 Mm., bei der Athmung durch ein Nasenstück für die forcirte Inspiration 41 Mm., für die forcirte Exspiration 52 Mm. Diese Zahlen sind deshalb nicht brauchbar, weil, wie ich oben gezeigt habe, die von Lassar angewandte Methode zu beanstanden ist.

Die Ergebnisse der Pneumatometrie stehen in keinem Verhältniss zu denen der Spirometrie, weder bei Gesunden noch bei Kranken. Dieser Satz muss ganz besonders hervorgehoben werden, weil Unkundige leicht geneigt sind, eine Gleichartigkeit beider Methoden anzunehmen, obwohl dieselben auf ganz verschiedenen Prinzipien beruhen. Die Praxis lehrt, dass bei einem Individuum die pneumatometrischen Werthe sehr hoch sein können, während das spirometrische Maass relativ gering ist, und umgekehrt. Die Theorie stimmt hiermit überein; denn die durch die Spirometrie gemessene vitale Lungencapacität hängt sehr wesentlich von der Grösse und dem Umfang des Thorax ab, während für die Pneumatometrie die erstere überhaupt nicht, der

letztere nur indirect an dem Endergebniss mitwirkt. Wir werden sehen, dass die pneumatometrischen Werthe hauptsächlich aus drei Faktoren resultiren: 1) der Kraft der Athemmuskeln, 2) der Beweglichkeit des Thorax und Ausdehnbarkeit der Lungen, 3) der Elasticität des Lungenparenchyms. Sehr musculöse, gesunde Personen mit beweglichem Thorax geben dem entsprechend die höchsten pneumatometrischen Werthe, ganz gleichgiltig ob sie von kleinem oder grossem Wuchse sind, während man bei der Spirometrie immer — ceteris paribus — für grössere Personen eine grössere, für kleinere eine kleinere Zahl erhält.

Die Abhängigkeit der pneumatometrischen Werthe von der Beweglichkeit des Thorax erklärt zugleich manche anderen Ergebnisse; häufig genug findet man nämlich, dass ziemlich zart gebaute jugendliche Personen mit nicht stark entwickelter Musculatur und geringer vitaler Lungencapacität relativ hohe pneumatometrische Druckkräfte zeigen. Dasselbe ist, wie wir sahen, bei Kindern der Fall, welche, obgleich noch wenig musculös, doch schon mit ihrer Athemkraft an die niedrigen Werthe der Erwachsenen heranreichen. Hier ist in der leichten Beweglichkeit der noch dünnen und elastischen Thoraxwand die Ursache dafür zu suchen, dass die Druckkräfte relativ gross sind.

Dem entgegengesetzt sind die auffallend niedrigen Druckwerthe bei Greisen neben der Abmagerung vornehmlich von der Starrheit der Thoraxwandungen abzuleiten.

Dass bei Frauen die Athemkraft viel schwächer als bei Männern ist, erklärt sich wohl daraus, dass sie erstens im Ganzen weniger musculös sind, zweitens und hauptsächlich aber dass ihr Zwerchfell beim Athmen viel weniger thätig ist, während dieses bei Männern einen ziemlich grossen Antheil der aufzuwendenden Kraftanstrengung zu leisten hat. Die gleiche Verschiedenheit zwischen Frauen und Männern tritt ja übrigens, wie bekannt, auch bei der Spirometrie hervor.

Um die Incongruenz zwischen spirometrischen und pneumatometrischen Ergebnissen zu zeigen, mögen folgende wenige Beispiele genügen:

1. Studiosus W., klein, mässig kräftig.
   Inspirationszug in maximo 90 Mm.
   Exspirationsdruck - - 100 -
   Vitale Lungen-Capacität 3200 Ccm.
2. Stud. P., ziemlich gross, ziemlich kräftig.
   Inspirationszug in maximo 80 Mm.
   Exspirationsdruck - - 100 -
   Vitale Lungen-Capacität 4500 Ccm.
3. Stud. A., sehr gross, wenig musculös.
   Inspirationszug in maximo 80 Mm.
   Exspirationsdruck - - 80 -
   Vitale Lungen-Capacität 5200 Ccm.
4. A. K., Diener, gross, sehr kräftig.
   Inspirationszug in maximo 150 Mm.
   Exspirationsdruck - - 190 -
   Vitale Lungen-Capacität 5000 Ccm.
5. Dr. W., mittelgross, mässig kräftig.
   Inspirationszug in maximo 130 Mm.
   Exspirationsdruck - - 150 -
   Vitale Lungen-Capacität 3000 Ccm.

Abnorme Respirationstypen bei Krankheiten.

Die fundamentale Bedeutung der Pneumatometrie für die klinische Diagnostik besteht darin, dass es mittelst derselben ermöglicht wird, die beiden verschiedenen Phasen der Athmung, die Inspiration und Exspiration, jede für sich allein an einem einfachen physicalischen Instrumente zu messen, wobei es gelingt, einerseits die absolute Abweichung sei es der Inspiration, sei es der Exspiration von der Norm zu constatiren, andererseits das gegenseitige Verhältniss der Inspiration und Exspiration zu einander zu prüfen.

Man hat bisher — abgesehen von vereinzelten Versuchen, insbesondere den sehr verdienstvollen Bestrebungen von Gerhardt und Biermer — sich fast immer damit begnügt, die Dyspnoë als einen einheitlichen Begriff aufzufassen, während sie in Wirklichkeit sehr verschiedenartiger Natur ist, nicht etwa nur in betreff ihres Grades, sondern ganz besonders auch in betreff ihrer Qualität. Dies zu erkennen oder wenigstens mit Sicherheit zu

constatiren, dazu fehlten uns bis jetzt exacte Hilfsmittel. Durch die Pneumatometrie wird uns ein solches Hilfsmittel geboten, und es wird uns nunmehr möglich gemacht, die Natur einer jeden Dyspnoë genau zu bestimmen, d. h. nachzuweisen, ob die Dyspnoë eine inspiratorische oder eine exspiratorische oder eine Combination beider ist, ferner in Zahlen anzugeben, welcher Grad der inspiratorischen oder exspiratorischen Athmungsbehinderung vorhanden ist[1]).

Aber nicht nur bei bereits deutlich ausgesprochener subjectiver oder objectiver Dyspnoë lässt sich die Natur und der Grad derselben am Pneumatometer bestimmen; auch zur Zeit, wenn die Athmung eine vollkommen normale scheint, und selbst dann, wenn noch keine andere Untersuchungsmethode, namentlich Percussion und Auscultation, irgend eine Spur einer Affection des Respirationstractus nachzuweisen im Stande ist, vermag die Pneumatometrie etwaige Abweichungen der Respiration von der Norm zu constatiren und dadurch das Bestehen eines etwa vorhandenen oder sich erst entwickelnden Leidens aufzudecken. So gelang es mir in zahlreichen Fällen, leichte Formen des Emphysems oder wenigstens mangelnder Lungenelasticität, die allen anderen Untersuchungsmethoden unzugänglich waren, mittelst der Pneumatometrie zu erkennen. Die betreffenden Personen erschienen vollkommen gesund, zur Zeit ohne jede Spur von Dyspnoë, das Manometer zeigte die characteristische auf Emphysem deutende Veränderung, und beim weiteren Nachforschen erfuhr ich, dass die Personen beim Treppen- oder Bergsteigen leicht kurzathmig wurden. Hier konnte also das Pneumatometer Abnormi-

---

1) Ausser der Pneumatometrie bietet nur noch die Stethographie die Möglichkeit, beide Phasen der Respiration für sich und mit einander verglichen zu beobachten. Die stethographische Methode ist indess viel complicirter und zeitraubender als die Pneumatometrie und lässt sich dadurch schwerer in der gewöhnlichen Privatpraxis verwerthen. Es ist namentlich Riegel, der sich um die Stethographie und die Verwerthung derselben zur Diagnostik ganz besonders verdient gemacht hat. Vergl.: Die Athembewegungen. Eine physiologisch-pathologische Studie von Dr. Franz Riegel. 181 Seiten mit 12 Tafeln. Würzburg 1873. Stuber's Buchhandlung.

täten der Athmung nachweisen, welche die noch geringfügigen Anfänge einer Erkrankung andeuteten, die jeder anderen Untersuchungsmethode entgehen musste.

Was das Pneumatometer direct anzeigt, ist, wie wir sahen, das Kraftmaximum, welches ein Individuum für seine Inspiration und seine Exspiration aufzuwenden im Stande ist. Werden die normalen Werthe erreicht, so hat man die In- und Exspirationskraft als sufficient zu bezeichnen; im entgegengesetzten Falle ist eine Insufficienz sei es der Inspiration, sei es der Exspiration oder beider zu constatiren.

Eine solche Insufficienz kann vorhanden sein, ohne dass das Individuum zur Zeit kurzathmig zu sein braucht. Für seine gewöhnliche Athmung können immerhin die Kräfte ausreichen, über welche es verfügt. Sobald aber eine grössere Anstrengung ausgeführt werden soll, bei welcher ein bedeutender Aufwand von Athemkraft nothwendig wird, dann macht sich die Insufficienz der Leistung geltend und äussert sich als Dyspnoë.

Bei intensiven Störungen im Respirationstractus ist dagegen selbst beim Mangel jeglicher Anstrengung die gewöhnliche Athmung den zur Decarbonisation des Blutes nothwendigen Gaswechsel ausreichend zu fördern nicht im Stande, es müssen deshalb accessorische Hilfsmuskeln fast dauernd die Athmung unterstützen, und es entsteht deshalb Dyspnoë, auch ohne dass der Kranke sich besonderen Bewegungen aussetzt. Die Insufficienz der Respiration äussert sich hier demnach schon in der Ruhe. Die Dyspnoë kann zunächst nur eine rein objective sein, d. h. sie wird vom Kranken nicht empfunden, sondern offenbart sich allein nur dem beobachtenden Arzte in der Zuhilfenahme der accessorischen Athemmuskeln; oder der Luftmangel kommt gleichzeitig zum Bewusstsein des Kranken, dann ist die Dyspnoë zugleich eine subjective.

Die Insufficienz der In- und Exspirationskraft bietet demgemäss die physiologische Grundlage für das Zustandekommen der Dyspnoë. Sie kann bereits vorhanden sein, ohne dass sich bis dahin noch eine Gelegenheitsursache für den Ausbruch der Dyspnoë gezeigt hat, sie bildet demnach ge-

wissermassen einen Vorläufer der letzteren. Um so wichtiger erscheint es deshalb, dass wir in der Pneumatometrie ein Mittel erlangt haben, sie ausserordentlich frühzeitig zu erkennen, und ausserdem genau zu bestimmen, welcher Art und welchen Grades diese Insufficienz ist.

Ist die Inspirations- oder Exspirations-Insufficienz so hochgradig, dass die bei äusserster Anstrengung aller accessorischen Hilfsmuskeln aufzuwendende Kraft sich in so niederen Grenzen bewegt, wie sie sonst von gesunden Personen ohne besondere Anstrengung erreicht werden, so werden entweder schon sehr geringe Anlässe, etwa leichte Körperbewegungen, ausreichen, um die Dyspnoë zum Ausbruch zu bringen, oder dieselbe wird sogar, wenigstens objectiv oder auch subjectiv, permanent vorhanden sein. Ist dagegen die Insufficienz von niederem Grade, so müssen die Gelegenheitsursachen zum Auftreten der Dyspnoë viel erheblicherer Art sein, es sind dann so grosse Anstrengungen, wie z. B. Berg- und Treppensteigen, erforderlich, dass zur Unterhaltung eines genügenden Luftwechsels in den Lungen eine weite Ausdehnung des Thorax nothwendig wird, eine Arbeit, welche die insufficiente Athemkraft schwer zu leisten im Stande ist.

Mit dem Gesagten ist selbstverständlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch unter Umständen trotz vollkommener Sufficienz der Athmung dennoch Dyspnoë zu Stande kommen kann. Wird nämlich der physiologische Chemismus der Athmung bei einem gesunden Individuum plötzlich unterbrochen, kommt beispielsweise dasselbe in eine Atmosphäre, welche Sauerstoff in ungenügender Menge enthält, so tritt Dyspnoë ein trotz normal sufficienter Athemkraft. Aber in diesem Falle reicht die normale Sufficienz für die veränderte Atmosphäre nicht aus, für diese besteht ein grösseres Athembedürfniss, d. h. die Nothwendigkeit, den Thorax noch viel weiter ausdehnen zu müssen, um einen genügenden Gasaustausch zu erreichen, also im Grunde genommen ist die normale Sufficienz für diesen Fall schon als Insufficienz anzusehen. Bei den meisten sonstigen Erkrankungen, welche Dyspnoë erzeugen, sind es dagegen nicht chemische, sondern mechanische Momente, welche die Dyspnoë bedingen,

und diese haben gleichzeitig oder gewöhnlich bereits vorher Athmungsinsufficienz veranlasst; ich erwähne namentlich die Phthisis, die Pneumonie, die Pleuritis, wobei das Athmungsorgan einfach in seinem Volumen verkleinert ist, das Emphysem, wobei die Lungenelasticität leidet, die Stenosen der ersten Luftwege, wobei der Zutritt der Luft von aussen unterbrochen wird — also nur rein mechanische Momente, während bei allen diesen Erkrankungen der Chemismus der Athmung unverändert geblieben ist. Hier hält deshalb die Dyspnoë gleichen Schritt mit der mechanischen Behinderung der Athmung, welche ihrerseits in dem Grade der pneumatometrisch zu messenden Insufficienz der In- oder Exspiration ihren physicalischen Ausdruck findet. Wir kommen später bei der Erklärung der pneumatometrischen Ergebnisse des Näheren hierauf zurück.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen lernte ich eine Reihe abnormer Respirationstypen kennen, von denen jeder einer gewissen Krankheitsgruppe entspricht, und zwar mit solcher Sicherheit, dass je nach dem pneumatometrischen Ergebniss mit höchster Wahrscheinlichkeit auf das Vorhandensein einer bestimmten Krankheit oder Krankheitsgruppe geschlossen werden kann. Hierin liegt die grosse praktische Bedeutung der Pneumatometrie für die klinische Diagnostik.

Als Grundlage für die Erkenntniss der pathologischen Respirationstypen dienen die bei der Untersuchung an gesunden Menschen gewonnenen physiologischen Ergebnisse und zwar:

1. die Thatsache, dass bei gesunden Menschen der positive Exspirationsdruck grösser ist als der negative Inspirationszug;
2. dass ein gewisses Minimum der In- und Exspirationskraft bei gesunden Menschen vorhanden sein muss, welches wir im vorigen Kapitel näher bezeichnet haben.

Aus den verschiedenen Abweichungen von dieser Regel ergeben sich die bei Krankheiten oder Athmungsstörungen auftretenden Respirationstypen. Wir können dieselben am passendsten in zwei Hauptgruppen theilen, je nachdem der ad 1. angeführten physiologischen Thatsache genügt wird oder nicht. Jeder

Gruppe gehören sodann verschiedene Unter-Typen an, je nachdem die unter 2. erwähnten Minima erreicht werden oder nicht.

I. Gruppe der pathologischen Respirationstypen. Das Wesentliche dieser Gruppe liegt darin, dass sich das Verhältniss zwischen Exspirations- und Inspirationskraft umgekehrt als wie in der Norm verhält: der positive Exspirationsdruck ist kleiner als der negative Inspirationszug. Es besteht in jedem Falle eine Insufficienz der Exspiration. Hier lassen sich folgende Unterabtheilungen aufstellen:

Typus 1. Der Inspirationszug ist normal; der Exspirationsdruck kleiner als derselbe, also insufficient.

Typus 2. Der Inspirationszug erreicht nicht das normale Minimum, ist also gleichfalls insufficient; aber der insufficiente Exspirationsdruck bleibt noch hinter dem Inspirationszug an Grösse zurück.

Typus 3. Der Inspirationszug überragt an Grösse die Norm, der Exspirationsdruck ist kleiner als derselbe.

II. Gruppe. Die Inspiration ist insufficient; aber das Verhältniss zwischen Inspiration und Exspiration entspricht der Norm, derart dass der negative Inspirationszug kleiner ist als der positive Exspirationsdruck.

Typus 4. Der Inspirationszug erreicht nicht das normale Minimum, ist also insufficient. Der Exspirationsdruck ist normal.

Typus 5. Die Inspiration ist insufficient. Der Exspirationsdruck ist zwar grösser als der Inspirationszug, bleibt aber hinter dem normalen Minimum zurück; ist also gleichfalls insufficient.

Typus 6. Die Inspiration ist insufficient; die Exspiration übertrifft die Norm. — Diesen Typus habe ich nur der Vollständigkeit halber aufgestellt. Ich habe bisher kein Krankheitsbild demselben entsprechend gefunden; überhaupt ist er mir in praxi noch nicht begegnet.

Ich will jetzt im Speciellen zu den einzelnen Erkrankungen übergehen, denen diese abnormen Respirationstypen entsprechen, und will zunächst die beiden Krankheiten, bei denen ich das Prinzip entdeckte, und welche die Hauptrepräsentanten für die beiden entgegenstehenden Gruppen bilden, das Emphysem und die Lungenschwindsucht ausführlich abhandeln.

Emphysema pulmonum.

Unter dem Begriff Emphysem fasse ich in gewohnter Weise das rein klinische Krankheitsbild auf, unabhängig von den pathologisch-anatomischen Störungen. Es gehört hierher eine Reihe von allmälig aus einander entstehenden und in einander übergehenden Krankheitsprocessen.

Sie beginnt mit leichten Störungen der Lungenelasticität, welche nicht nur nicht pathologisch-anatomisch zu erkennen, sondern auch nicht einmal durch die bisherigen klinischen Untersuchungsmethoden nachweisbar sind. Als die häufigste Ursache der verminderten Lungenelasticitat erscheint der Catarrh der kleinsten Bronchien, indess können auch ungewöhnliche Anstrengungen des Respirationsorgans, wobei die Lungen einem fortgesetzten übermässigen Inspirationszug ausgesetzt sind, wie anhaltendes Berg- und Treppensteigen, dazu Veranlassung geben[1]. In gleicher Weise wirkt das Asthma, welches eben so wohl Emphysem erzeugen, wie als Folge desselben auftreten kann.

---

1) Ich hatte vor etwa drei Jahren einen Stud. med. behandelt, der sein Emphysem sich dadurch zuzog, dass er, aus einem kleinen Orte kommend und nicht gewohnt Treppen zu steigen, hier eine 4 Treppen hoch gelegene Wohnung nahm und mehrere Male täglich diese Treppen in einem Tempo hinauf und herunter lief. Derselbe entdeckte sein beginnendes Emphysem zuerst an meinem Pneumatometer, an welchem er gleich meinen übrigen Zuhörern Versuche machte, noch bevor irgend welche andere Zeichen vorhanden gewesen waren. Bald jedoch bemerkte er, dass es ihm schwer falle, die Treppen so schnell wie früher hinaufzulaufen, und kurze Zeit später fühlte er auch beim langsamen Treppensteigen Athemnoth. Catarrh war nicht vorhanden. Dass das Emphysem hier seit dem Anfang des Semesters acquirirt war, ging auch daraus hervor, dass der Betreffende kurz vor dem Beginn desselben eine Bergtour ohne Anstrengung

Es folgt darauf ein weiteres Stadium, in welchem das in seiner Elasticität leidende Lungengewebe durch den Zug der Inspirationsmuskeln — zumal wenn durch Bronchitis, Asthma oder besondere Körperanstrengung zu tieferen Inspirationen besondere Veranlassung gegeben ist — über seine normalen Grenzen hinaus ausgedehnt wird, in welche sie wieder zurückzubringen die mangelnde Lungenelasticität nicht ausreicht. Es ist dies das Stadium der Lungen-Ektasie, welche entweder acut, z. B. während eines Anfalles von Asthma, oder einer schweren Bronchitis — auch ohne dass ein Stadium verminderter Lungenelasticität vorhergegangen zu sein braucht —, oder chronisch sich entwickeln kann. Die acute Ektasie kann sich mehr oder weniger zurückbilden, wenn die veranlassende Ursache weicht und die Elasticität nicht schon zu bedeutend gelitten hat; im entgegengesetzten Falle bleibt sie eben so wie die chronisch sich entwickelnde Ektasie stationär oder nimmt noch allmälig zu. Die Lungen-Ektasie ist durch die Percussion nachweisbar, und sie ist es, die man nebst der folgenden Form gewöhnlich als Emphysem bezeichnet.

Es folgt darauf ein weiteres Stadium, in welchem die bekannten tieferen Störungen im Lungengewebe auftreten und alveoläres Gewebe zu Grunde geht — das eigentliche Emphysem im pathologisch-anatomischen Sinne. Dieses von der einfachen Lungen-Ektasie zu unterscheiden, war den bisherigen Untersuchungsmethoden unmöglich, höchstens dass die sehr geringe Intensität des vesiculären Athmens bei der Auscultation und der Grad der subjectiven Symptome, eventuell auch der Cyanose, das Bestehen des anatomischen Emphysems mehr oder weniger wahrscheinlich machte. Die Unmöglichkeit der sicheren Unterscheidung beider Formen einerseits und das allmälige Uebergehen beider in einander andererseits lässt es nicht nur gerechtfertigt, sondern selbst rathsam erscheinen, den altgewohnten klinischen Begriff

---

gemacht hatte und anfangs die Treppen auffallend schnell hatte hinauflaufen können. Eine andere Ursache für das beginnende Emphysem war nicht zu entdecken. Durch entsprechende Behandlung, besonders Inhalationen von Oleum Terebinthinae, wurde das Leiden gebessert — nicht geheilt, denn ich war damals noch nicht im Besitz des pneumatischen Apparats.

Emphysem für beide Formen und, wie ich hinzufügen möchte, auch für das Anfangsstadium — mangelnde Lungenelasticität — beizubehalten[1]).

Durch die Pneumatometrie gelingt es, nicht nur das Emphysem in allen Fällen, selbst im Anfangsstadium, wo alle übrigen Untersuchungsmethoden im Stiche lassen, und sogar wenn noch nicht einmal wirkliche subjective Störungen zur Zeit vorhanden sind, mit Sicherheit nachzuweisen; sondern wir sind auch im Stande, mittelst der Pneumatometrie die verschiedenen Stadien des Emphysems mit Wahrscheinlichkeit von einander zu unterscheiden.

Alle Formen des Emphysems haben das mit einander gemeinsam, dass die Exspirationskraft im Verhältniss zur Inspiration herabgesetzt ist. Es tritt die oben als erste Gruppe der pathologischen Respirationstypen bezeichnete Athemstörung auf.

Der niedrigste Grad der Störung macht sich in der Weise geltend, dass bei normaler Inspirationskraft der Exspirationsdruck nicht, wie normal, um ein wesentliches grösser ist als der Inspirationszug, sondern sogar ein wenig gegen denselben zurückbleibt, also sich insufficient erweist. Personen mit diesem Respirationstypus sind für gewöhnlich zur Zeit nicht im mindesten dyspnoëtisch und empfinden meist nur Kurzathmigkeit bei starken Körperbewegungen, besonders beim Berg- und Treppensteigen. Dieselben haben entweder viel an Bronchialcatarrhen gelitten oder leiden noch an denselben, ohne erhebliche Beklemmungen, oder sie befinden sich im freien Intervalle eines nicht sehr hochgradigen nervösen Asthma, oder in den seltneren Fällen endlich war überhaupt keine Erkrankung vorhergegangen, und die Lungenelasticität hat sich durch übermässige Inspirations-Anstrengung, der das

1) Selbstverständlich soll die obige Darstellung nur eine kurze Skizze dessen, was ich zum Verständniss des Folgenden für nothwendig halte, bieten. Ich bin weit entfernt von der Absicht, damit auch nur das Wesentlichste, was über diesen wichtigen Gegenstand zu sagen wäre, annähernd zu erschöpfen.

Lungengewebe ausgesetzt war, oder aus anderen unbekannten Gründen vermindert.

In vielen, wenn nicht den meisten dieser Fälle vermag weder die Percussion noch die Auscultation, noch irgend eine andere Untersuchungsmethode die vorhandene Abnormität nachzuweisen (der etwaige Nachweis eines Catarrhs kommt hier selbstverständlich nicht in Betracht), und dennoch bestehen die Anfänge einer Erkrankung, welche, sich weiter entwickelnd, zu den bekannten schweren Erscheinungen führt.

Gewöhnlich halte ich eine Exspirations - Insufficienz erst dann für sicher constatirt, wenn der Exspirationsdruck kleiner ist als der Inspirationszug. Nun begegnen wir vielen Fällen, in welchen der Exspirationsdruck ungefähr gleich gross ist wie der Inspirationszug oder ihn nur um wenige Millimeter — anstatt um etwa ein Drittel — übertrifft. Solche Fälle hielt ich mich meist nicht für berechtigt schon mit Sicherheit zu den krankhaften zu zählen, obgleich die Abweichung von dem Typus des vollkommen gesunden doch entschieden vorhanden ist. Ich habe eben den Grenzen des Normalen einen grösseren Spielraum gestattet. Ob ich daran recht gethan, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Mich haben zu diesem Usus zahlreiche Fälle veranlasst, in welchem das angegebene Verhältniss zwischen In- und Exspiration vorhanden war, und dennoch keinerlei Störung der Athmung, auch nicht beim angestrengten Treppen- und Bergsteigen, bestand. Ob hier nicht dennoch das Pneumatometer eine — wenn auch zur Zeit nur leichte — Elasticitätsverminderung anzeigte, muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Nur lange fortgesetzte Beobachtung solcher Personen wird eine definitive Entscheidung herbeiführen können.

Dagegen habe ich eine wenn auch nur ausserordentlich kleine Zahl von Fällen, in welchen Personen viel an Bronchialcatarrhen gelitten hatten und bei starken Bewegungen leicht dyspnoëtisch wurden, so wie drei Fälle von nicht hochgradiger, aber doch bereits deutlich ausgesprochener Lungen-Ektasie zu verzeichnen, bei denen der Exspirationsdruck nicht kleiner als der Inspirationszug, sondern diesem gleich war oder ihn sogar um ein weniges, ca. 5—10 Mm., übertraf. Solche Fälle erscheinen als Ausnahmen von der Regel, wenn man diese letztere zu eng fasst; sie passen dagegen in den Rahmen, wenn man anstatt einer starren Formel den Kern der Sache ins Auge fasst.

Wenn Personen in ihrem gesunden Zustande, wie es ja in den bei weitem meisten Fällen der Norm entspricht, einen Exspirationsdruck haben, der den Inspirationszug ungefähr um $\frac{1}{3}$ übertrifft, also beispielsweise bei einem negativen Inspirationsdruck von 120 Mm. einen Exspirationsdruck von 160 Mm. darbieten, und diese erkranken plötzlich oder allmälig derart, dass ihre Lungenelasticität leidet, so braucht nicht plötzlich der

Exspirationsdruck von 160 Mm auf weniger als 120 Mm. herabzusinken; ein Herabgehen auf etwa 130 Mm. deutet auch schon die vorhandene Störung an. Man würde diese am Pneumatometer erkennen, hätte man den betreffenden Kranken in seinen gesunden Tagen untersucht. Es hat hier also in der That keine Ausnahme von der Regel stattgefunden, es hat sich auch hier eine Insufficienz der Exspiration ausgebildet, nur manifestirt sich dieselbe am Pneumatometer nicht augenfällig genug, weil man die frühere normale Athmungskraft des Betreffenden nicht kannte.

Solche Fälle sind indess, wie schon angedeutet, sehr selten und nur ausnahmsweise zu beobachten. In der Regel — wenigstens bei denjenigen Fällen, die sich an den Arzt wenden — äussert sich die Insufficienz deutlich genug, indem die Exspirationskraft nicht nur gegen den früheren gesunden Zustand, sondern auch unter das Maass des Inspirationszuges vermindert wird. Jene Ausnahmefälle haben aber das Gute, uns zu belehren, dass wir die Grenzen bei Aufstellung der Regeln nicht zu starr ziehen dürfen, und weisen uns vielleicht darauf hin, dass bei den erstgenannten Personen, welche, anscheinend gesund, einen dem Inspirationszuge gleichen oder ihn nur um sehr wenig übertreffenden Exspirationsdruck darboten, man dennoch eine insufficiente Exspiration anzunehmen berechtigt wäre.

Steigert sich die Erkrankung, treten die dyspnoëtischen Zustände stärker und häufiger hervor, ist bereits durch die Percussion eine Ektasie der Lungen nachweisbar, so sind auch die Abweichungen am Pneumatometer meist viel erheblicher ausgesprochen. Der Exspirationsdruck ist dann nicht um wenige Millimeter, sondern ziemlich erheblich kleiner als der Inspirationszug. Die Differenz kann 10—20—40 Mm. und mehr betragen, ja die Exspirationskraft kann selbst auf die Hälfte oder sogar ein Drittel der Inspirationskraft herabsinken. Beispielsweise kann bei einem Inspirationszuge von 100 Mm. der Exspirationsdruck 80, 60, 50 und selbst nur 30 Mm. betragen. Das Maass der Herabsetzung bezeichnet den Grad der exspiratorischen Insufficienz.

Die Inspiration entspricht in solchen Fällen meist noch ungefähr der Norm. Leider fehlt es in fast allen Fällen an einem exacten Maassstab der Beurtheilung, da man nur ausnahmsweise in der Lage ist, den betreffenden Patienten in gesunden Tagen pneumatometrisch untersucht zu haben, also seine normale Inspirationskraft zu kennen. Dass indess letztere nicht herabgesetzt ist, wird meist unschwer erkannt, indem sie sich innerhalb der Grenzen des gesunden Personen entsprechenden Maasses bewegt.

Gewöhnlich hält sie sich weit über dem Minimum des Gesunden, giebt also keine Veranlassung, an ihrer Sufficienz zu zweifeln.

Schwerer dagegen gelingt der Nachweis, ob die Inspirationskraft die Norm überschreitet. Dass dies in vielen Fällen von Emphysem der Fall, ist mir seit lange nicht mehr zweifelhaft, wenn ich auch vollkommen exacte Beweise dafür nicht beizubringen vermag. Völlig exact würde die Beweisführung nur dann sein, wenn ich jemand in seinen gesunden Tagen pneumatometrisch untersucht und nach Ausbildung seiner Krankheit seine Inspirationskraft gegen früher gesteigert fände. Solche Fälle kann ich nicht aufweisen. Dennoch glaube ich mich aus Wahrscheinlichkeitsgründen zu meiner Annahme berechtigt.

Gar zu oft fand ich nämlich, dass der negative Inspirationszug mancher Asthmatiker nicht nur die mittleren Werthe der Gesunden überschritt, sondern an die höchsten Grade des überhaupt von gesunden, durch Muskelkraft besonders ausgezeichneten Personen Erzielbaren heranreichte. In solchen Fällen glaubte ich ein Recht zu haben, eine gesteigerte Inspirationskraft zu statuiren, auch wenn ich den Kranken in seinen gesunden Tagen nicht zu untersuchen Gelegenheit hatte. Gewöhnlich sind bei solchen Kranken die accessorischen Inspirationsmuskeln, namentlich am Halse, wo besonders die Sterno-cleido-mastoidei stark hervorragen, über die Norm entwickelt, und diese Hypertrophie der Muskeln hat sich durch häufige Uebung derselben, die bei den dyspnoëtischen Zuständen sich geltend machte, allmälig ausgebildet.

Leichtere Grade gesteigerter Inspirationskraft sind dagegen mit Sicherheit nicht zu constatiren. Man kann in manchen Fällen, in welchen die Inspirationskraft das mittlere Maass zu überschreiten scheint, das Vorhandensein eines erhöhten Inspirationszuges nur für mehr oder weniger wahrscheinlich halten.

Aus einer gesteigerten Inspirationskraft lassen sich mancherlei Schlüsse ziehen. Sie deutet an, dass die häufige Functionirung der accessorischen Inspirationsmuskeln die Kraft derselben — und wahrscheinlich auch ihr Volumen — gesteigert hat. Diese Kraftsteigerung der Inspiratoren entspricht gleichsam einer von der Natur eingeleiteten Compensation der vorhandenen Störung.

Unvermögend das Ausathmungshinderniss zu überwinden, schafft die Natur eine vergrösserte Einathmungskraft, um die durch ersteres gestörte Lungenventilation vermittelst letzterer wenigstens theilweise zu verbessern. Die gesteigerte Inspirationskraft zeigt demnach einerseits an, dass die Erkrankung bereits vorgeschritten oder wenigstens so alten Datums ist, dass zur Ausbildung der Compensation die geeignete Zeit und die geeignete Gelegenheit (häufige Dyspnoë) vorhanden war; andererseits belehrt sie uns, dass überhaupt noch eine gewisse Compensation, d. h. eine erhöhte Kraft vorhanden ist, um dem Athmungshinderniss entgegenzuwirken. Dieses Moment ist besonders für die Prognose von Wichtigkeit. Sie ist in solchen Fällen noch eine relativ gute.

Von diesem Stadium der Erkrankung wesentlich verschieden ist dasjenige, in welchem nicht nur die Exspiration, sondern auch die Inspiration insufficient ist. Es erreicht dann die Inspirationskraft nicht das Minimum des Normalen, ja bleibt oft sehr erheblich hinter demselben zurück; aber trotzdem ist sie immer noch grösser als die Exspirationskraft.

Fälle, welche diesen Athmungstypus zeigen, gehören zu den schwersten, die überhaupt zur Beobachtung gelangen, und geben eine mindestens zweifelhafte oder schlechte Prognose. Ich hatte früher nur selten Gelegenheit, derartige Fälle zu sehen. Erst seitdem ich den transportablen pneumatischen Apparat in Anwendung ziehe, hat sich mir eine grosse Zahl der allerschwersten Erkrankungen zur Behandlung gestellt, und so kam ich ziemlich häufig in die Lage, den genannten Respirationstypus zu beobachten. Diejenigen Personen, welche diesen Typus darboten, hatten bereits seit langen Jahren an chronischer Bronchitis oder Asthma gelitten, waren hochgradig dyspnoëtisch, oft cyanotisch. Entweder befanden sie sich bereits in vorgeschrittenem Alter und ihr Thorax war durch senile Veränderung starr, sehr wenig beweglich, ihre Musculatur abgemagert; oder wenn es Individuen in jugendlichen oder mittleren Lebensjahren betraf, so hatte der Thorax einen hohen Grad von Ektasie erreicht und war dadurch gleichfalls wenig ausdehnbar. Die Percussion ergab in solchen Fällen oft nicht mehr den

tiefen sonoren Schall, wie er in den gewöhnlichen Fällen des Emphysems gehört wird, sondern über der ganzen Lunge oder über grossen Partien derselben einen etwas hohen, leicht gedämpften Schall — höchst wahrscheinlich bewirkt durch übermässige Spannung der Brustwand und des Lungenparenchyms.

Ich kann zwar nicht mit Sicherheit behaupten, dass die eben angedeuteten Fälle mit dem charakteristischen Respirationstypus nothwendig solche waren, in welchen bereits die schweren pathologisch-anatomischen Veränderungen des Lungenparenchyms sich ausgebildet hatten; denn für eine solche Behauptung müssten mir Sections-Ergebnisse zur Seite stehen, welche mir fehlen. Das aber darf ich auch ohne Sectionen, nur urtheilend nach dem Symptomen-Complex und den Erfolgen der Behandlung, aussprechen, dass solche Fälle die schwersten sind, welche uns in der Praxis begegnen, und dass schon hieraus es mehr als wahrscheinlich wird, dass auch die pathologisch-anatomischen Veränderungen in ihnen nicht fehlen. Sie zeigen uns direct, dass die exspiratorische Insufficienz nicht nur nicht durch erhöhte Inspirationsthätigkeit compensirt, sondern dass umgekehrt das Athmungshinderniss durch die gleichfalls insufficiente Inspiration noch vermehrt wird. Es entspricht dies gleichsam dem Stadium der Compensationsstörung bei Herzkranken.

Neben der Pneumatometrie giebt es noch ein anderes Hülfsmittel, welches uns über die Diagnose des Stadiums der Erkrankung und demgemäss auch über die Prognose aufzuklären vermag, dies ist der transportable pneumatische Apparat. Wir werden bei Besprechung desselben sehen, dass wir wichtige diagnostische Schlüsse daraus zu ziehen vermögen, ob es uns gelingt, mittelst Luftverdünnung ein grosses oder kleines Quantum Residualluft den Lungen zu entziehen. Dieses Ergebniss zusammen mit dem nicht zu vernachlässigenden der Spirometrie und dem der Pneumatometrie gestatten uns eine ziemlich sichere Diagnose über die Schwere der vorliegenden Erkrankung.

Wir sehen demnach, dass den verschiedenen Stadien des Emphysems die drei abnormen Respirationstypen der ersten Gruppe entsprechen, und dass wir in dem Pneumatometer zur Erkennung des Emphysems überhaupt und zur Beurtheilung seines Grades ein wichtiges Hülfsmittel gewonnen haben, wie es uns bisher gefehlt hat.

Ich will mich an dieser Stelle damit begnügen, nur wenige Beispiele kurz anzuführen. In der Casuistik des therapeutischen Theiles werden weitere zu finden sein.

1. Fr., Lehrer, 51 Jahre alt, mittelgross, mit gut gewölbter Brust, leidet seit seinem 15. Lebensjahre an chronischem Bronchialcatarrh, Athemnoth nur bei starken Bewegungen. Gegenwärtig keine Dyspnoë. Percussion ergiebt nichts abnormes; bei der Auscultation hört man überall am Thorax vesiculäres Athmen mit pfeifender Exspiration.

Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.
Inspirationszug in maximo 120 Mm., erhalten einige Secunden auf 100 Mm.
Exspirationsdruck in maximo 80 Mm., mit Mühe erhalten auf 70 Mm.

2. Lsr., Kaufmann, 36 Jahre alt, mittelgross, mässig kräftig. Seit 8—10 Jahren öfter vorübergehend Husten. Häufig Beklemmung beim Gehen und besonders Kurzathmigkeit beim Treppensteigen. Untere Lungengrenzen sind um die Breite eines Intercostalraums erweitert, Herz überdeckt. Ueberall reines vesiculäres Athmen, an den unteren Partien sparsames Rasseln.

Vitale Lungencapacität 3400 Ccm.
Inspirationszug 150 Mm.
Exspirationsdruck 120 -

3. Lpk., Kaufmann, 49 Jahre alt. Schwächliche Constitution. Mittlere Grösse. Seit ca. 10 Jahren Husten mit häufigen dyspnoëtischen Zuständen von 4—14 Tagen Dauer. Lungen über ihre normalen Grenzen ausgedehnt. Ueberall leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Brustumfang 88 Ctm. Ausdehnung desselben bei tiefer Inspiration 1 Ctm.

Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.
Inspirationszug 120 Mm.
Exspirationsdruck 54 -

4. Frau Vgm., 29 Jahre alt. Kräftige Constitution. Vor 1 Jahre heftige Bronchitis. Seitdem häufig Luftbeklemmung, zeitweise leichten Husten. Percussion ergiebt nichts abnormes. Lungengrenzen normal. Ueberall am Thorax pfeifende Geräusche neben vesiculärem Athmen.

Inspirationszug in maximo 110 Mm.
Exspirationsdruck - - 40 -

5. v. W., Rittmeister, 30 Jahre alt, leidet seit 10 Jahren an Asthma derart, dass Patient keine Nacht bisher ohne Salpeterpapier schlafen konnte. Von Zeit zu Zeit kommen trotz des Gebrauchs der Salpeterräucherungen sehr heftige Anfälle. Für gewöhnlich kein Husten. Lungen sind bis zum Rippenrand ausgedehnt und bedecken das Herz. Ueberall am Thorax hört man reines lautes Vesiculärathmen.

Vitale Lungencapacität 2700 Ccm.
Inspirationszug 140 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

6. Nls., Tischlermeister, 36 Jahre alt. Gross. Ziemlich kräftige Constitution. Seit 1 Jahre andauernd intensiver Husten mit hochgradiger Dyspnoë. Ektatischer Thorax. Lungen sind bis zum freien Rippenrand ausgedehnt und überdecken das Herz. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und laut pfeifende Exspiration.

Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.
Inspirationszug in maximo 140 Mm.
Exspirationsdruck - - 70 -

7. G., Stud. med., 22 Jahre alt, etwas skoliotisch, unter Mittelgrösse, von schwächlicher Constitution, leidet seit der Kindheit an Asthma mit freien Intervallen. Gegenwärtig freies Intervall; keine Dyspnoë.

Vitale Lungencapacität 2200 Ccm.
Inspirationszug in maximo 40 Mm., erhalten auf 30 Mm.
Exspirationsdruck - - 36 - - - 20 -

8. St., Banquier, 44 Jahre alt. Seit ca. 20 Jahren Husten mit heftigen Exacerbationen im Winter, seit 8—9 Jahren Kurzathmigkeit, besonders beim Steigen und beim Husten. Seit ½ Jahre Dyspnoë vermehrt. Ektatischer Thorax. Lungen bis zum freien Rippenrand ausgedehnt und das Herz überdeckend. Leber und Herz herabgedrängt. Ueberall sehr sonorer Percussionsschall und sehr leises vesiculäres, an manchen Partien nur unbestimmtes Athmungsgeräusch; sowohl in den oberen wie in den unteren Lappen sparsames Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 2400 Ccm.
Inspirationszug 40 Mm.
Exspirationsdruck 30 -

9. Frl. Fr., 17 Jahre alt. Seit 12 Jahren heftige asthmatische Anfälle; auch in den Intervallen Kurzathmigkeit. Lungen überdecken das Herz und reichen bis zum freien Rippenrand. Leber herabgedrängt. Ueberall lautes Pfeifen am Thorax. Dyspnoë.

Vitale Lungencapacität 800 Ccm.
Inspirationszug 32 Mm.
Exspirationsdruck 22 -

10. Ntpsch., Zimmergeselle, 55 Jahre alt. Seit 10 Jahren Husten mit immer mehr zunehmender Kurzathmigkeit, die sich seit Jahren regelmässig Nachts zur Orthopnoë und zu ausgebildeten asthmatischen Anfällen steigert, ihn auch am Tage bei jeder Bewegung quält und den Kranken seit 2 Jahren völlig arbeitsunfähig macht. Abmagerung. Supra- und Infraclaviculargruben eingesunken; Sterno-cleido-mastoidei stark prominirend. Die Lungen reichen bis zum Rippenrand und überdecken das Herz. Dieses sowie die Leber sind beträchtlich herabgedrängt. Leichte Dämpfung beiderseits oben unter der Clavicula neben dem Sternum. Ueberall am Thorax kaum vernehmbares vesiculäres Athmungsgeräusch mit pfeifender

Exspiration und Rasseln. Herztöne rein, laut. Brustumfang 84 Ctm. Erweiterung desselben bei tiefer Inspiration um 3 Ctm.

Vitale Lungencapacität 1600 Ccm.
Inspirationszug 40 Mm.
Exspirationsdruck 24 -

11. Schlm., 60 Jahre alt. Seit 10 Jahren asthmatische Anfälle mit oder ohne Husten. Schwäche. Abmagerung. Langer Thorax. Supra- und Infraclaviculargrube stark hervortretend; Schall daselbst nicht so vollkommen sonor wie an den unteren Partien. Rechte Lunge reicht bis zum freien Rippenrand, Leber herabgedrängt. Grenzen der linken Lunge normal, Herz nicht überdeckt. Ueberall am Thorax sehr leises vesiculäres oder selbst unbestimmtes Athmen; rechts unten etwas Schnurren. Sternocleido-mastoidei stark entwickelt und prominirend. Brustumfang 85 Ctm., Ausdehnung desselben bei tiefer Inspiration um 1 Ctm.

Vitale Lungencapacität 2100 Ccm.
Inspirationszug 70 Mm.
Exspirationsdruck 75 -

Dies ist einer der wenigen von mir beobachteten Fälle, welche dem Anschein nach eine Ausnahme von der Regel machen. Wahrscheinlich befindet sich der Kranke im Stadium der Compensationsstörung. Die stark entwickelte Halsmusculatur lässt wenigstens vermuthen, dass die Inspirationskraft früher mindestens normal, wenn nicht selbst über die Norm erhöht war. Mit der allgemeinen Abmagerung und Schwäche ist auch die Inspirationskraft insufficient geworden. — Ob übrigens nicht in diesem Falle neben dem Emphysem sich auch Verdichtungsheerde in den Lungen befinden, welche die Insufficienz der Inspiration bedingen, lasse ich dahin gestellt, halte es aber für mindestens wahrscheinlich.

Phthisis pulmonum.

Ganz entgegengesetzt wie das Emphysem verhält sich die Lungenschwindsucht. Hier leidet immer zunächst die Inspirationskraft, während die Exspirationskraft entweder nahezu normal oder mindestens doch, dem normalen Verhältniss entsprechend, grösser bleibt als die Inspirationskraft. Es kommen hier demgemäss die abnormen Respirationstypen, welche wir als zweite Gruppe zusammengefasst haben — im Gegensatz zur ersten Gruppe, welche beim Emphysem auftritt —, zur Geltung. Der am Pneumatometer abzulesende Respirationstypus bei der Phthisis ist hiernach dem Emphysem gegenüber so charakteristich, dass man schon aus dem

pneumatometrischen Ergebniss allein eine Wahrscheinlichkeits-Diagnose zu stellen und dasselbe in zweifelhaften Fällen zur Differential-Diagnose zwischen beiden Krankheiten zu verwerthen im Stande ist. Ich habe eine ziemlich grosse Zahl von Fällen zu verzeichnen, in welchen Percussion und Auscultation im Stich liess, wenigstens keine sichere Entscheidung brachte, ob Phthisis oder Bronchitis mit oder ohne Emphysem vorlag, und wo ich erst auf Grund der pneumatometrischen Untersuchung die Diagnose festzustellen wagte. Ich glaube, dass einem jeden, der gewissenhaft prüft, derartige zweifelhafte Fälle gar nicht selten begegnen werden, und je mehr man sich die Unzulänglichkeit der übrigen Untersuchungsmethoden für eine Reihe von Fällen zugesteht, desto höher muss man den Werth einer neuen Methode schätzen, welche weitere Gesichtspunkte für die Differential-Diagnose eröffnet.

Die verschiedenen Formen der Lungenphthisis ergeben am Pneumatometer das gleiche Resultat, das nur dem Grade nach verschieden ist. Selbst wenn die Erkrankung noch erst im Entstehen ist, und Auscultation so wie Percussion nur noch geringe oder selbst zweifelhafte Abnormitäten nachweist, vermag oft schon das Pneumatometer über die vorhandene Erkrankung aufzuklären. Man findet dann einen abnorm niedrigen Inspirationszug, der das Minimum des Normalen knapp erreicht oder meistentheils unter demselben mehr oder weniger zurückbleibt, er beträgt etwa 40 bis 60 Mm. Der Exspirationsdruck kann unter solchen Umständen in den Grenzen des Normalen sich bewegen, oder überragt mindestens den Inspirationszug wesentlich, er misst im Mittel etwa 60 bis 90 Mm.

Ist die Krankheit vorgeschritten, sind grössere Lungenpartien verdichtet, so wird die Insufficienz der Inspiration immer auffälliger und kann selbst zu einem ausserordentlich niedrigen Grade, selbst bis 20 bis 10 bis 5 Mm., herabgehen. Die Exspiration leidet in solchen Fällen mit, d. h. sie wird absolut gegen das Normale herabgesetzt und erreicht selten das Minimum des Gesunden; relativ dagegen bleibt sie im normalen Verhältniss zur Inspiration und übertrifft diese stets ungefähr in gleicher Proportion

wie im gesunden Zustande. Hierdurch unterscheidet sich die vorgeschrittene Phthisis von den schweren Formen des Emphysems. Bei letzterer sahen wir gleichfalls sowohl Inspiration wie Exspiration insufficient werden, letztere aber stets mehr als erstere; bei der Phthisis dagegen verhält es sich umgekehrt: von der wenn auch insufficienten Exspiration wird immer noch an Kraft die Inspiration übertroffen.

Im Grossen und Ganzen steht die Insufficienz der Inspiration in einem gewissen Verhältniss zu der Intensität der Lungenerkrankung und dem Grade der vorhandenen Abmagerung, so dass die letzten Stadien der Phthisis gewöhnlich die absolut niedrigsten Werthe für die In- und Exspiration anzeigen: in vielen derartigen Fällen beobachtete ich einen negativen Inspirationsdruck von nur 5—10 Mm. und dem entsprechend einen positiven Exspirationsdruck von 10—20 Mm. Im Speciellen jedoch ist das obige Verhältniss nicht immer ersichtlich. So beobachtete ich gar nicht selten in frühen Stadien der Phthisis, wenn die Abmagerung noch kaum erkennbar und die übrige physikalische Untersuchung nur sehr beschränkte krankhafte Heerde in den Lungen nachweisen konnte, bereits abnorm niedrige pneumatometrische Werthe; das Gleiche sah ich zuweilen in Fällen retrograder Phthise, oft selbst, wenn seit Monaten oder Jahren irgend ein erhebliches Symptom der Erkrankung sich nicht mehr gezeigt hatte, der Patient an Kraft, Körpergewicht und Musculatur nahezu zur Norm zurückgekehrt war, und nur noch eine leichte Dämpfung an einem oder beiden oberen Lungenlappen den abgelaufenen Process nachwies. In einigen derartigen Fällen wurde ich überhaupt erst durch das pneumatometrische Resultat auf eine vor langen Jahren vorhergegangene und bereits völlig abgelaufene Lungenaffection aufmerksam gemacht, welche dann durch die Anamnese und die Percussion bestätigt wurde.

Ganz besonders würde man irre gehen, wenn man das Hauptgewicht auf die A b m a g e r u n g legen wollte. Allerdings wirkt diese zur Herabsetzung der pneumatometrischen Werthe mit, aber bei weitem nicht in dem Grade wie die Affection des Lungenparenchyms selbst. Abgesehen davon, dass sehr magere, wenig

musculöse Menschen mit gesunden Lungen eine normale und oft selbst relativ grosse In- und Exspirationskraft am Pneumatometer entwickeln, beobachtete ich auch an Phthisikern, dass solche, die kaum abgemagert und noch im Besitze einer guten Thoraxmusculatur waren, der Ausdehnung ihrer Lungenaffection entsprechend sehr niedrige pneumatometrische Werthe ergaben, während nicht selten andere, bereits hochgradig abgemagert, aber mit weniger ausgedehnten krankhaften Heerden, mehr Kraft bei der In- und Exspiration anzeigten. Im letzten Stadium der Phthisis freilich, wenn allgemeine Körperschwäche eingetreten und die Gesammtmusculatur einer wenn auch nur sehr wenig anstrengenden Leistung überhaupt nicht mehr fähig ist, dann vermögen auch die Athemmuskeln am Pneumatometer nur einen sehr geringen Ausschlag zu geben, oder sie sind überhaupt nicht mehr geeignet, auch nur den geringsten Druck oder Zug auszuüben; dann versagt die Pneumatometrie ganz.

Da die pneumatometrischen Werthe bei Gesunden innerhalb weiter Grenzen schwanken, so kann es vorkommen, dass jemand noch eine innerhalb des Normalen sich bewegende Athemkraft zeigt, und dennoch diese gegen den gesunden Zustand des betreffenden Individuums sich vermindert hat. Solche Fälle bilden die scheinbaren Ausnahmen von der Regel, aber nur scheinbar, weil man das gesunde Maass der betreffenden Personen nicht kennt. Man sollte a priori annehmen, dass diese Ausnahmefälle häufig sein müssten: hat jemand beispielsweise in gesunden Tagen eine Inspirationskraft von 120 Mm. und eine Exspirationskraft von 150 Mm., so wäre eine Herabsetzung dieser Werthe auf 80 resp. 100 Mm. immer schon bedeutend genug, und dennoch bewegen sich dieselben noch in den Grenzen des Normalen, sind also nicht direct als abnorme zu erkennen. Die Erfahrung belehrte mich indess, dass solche Fälle nur als ausserordentlich seltene Ausnahmen auftreten, und dass fast immer schon die geringfügigsten Lungenaffectionen die Inspirationskraft unter das Minimum des Normalen herabsetzten. Leicht erklärlich wird diese Thatsache wohl durch die Erwägung, dass zur Phthisis disponirte Individuen gewöhnlich schon in gesunden Tagen die unteren Stufen

der normalen Werthe einnehmen, also eine Verminderung der letzteren sich sehr bald durch das Heruntergehen unter das Minimum markiren muss. Acquiriren sehr kräftige Personen die Lungenschwindsucht, so kann es bei diesen schon eher vorkommen, dass ganz im Anfang der Erkrankung die Inspirationskraft zwar noch nicht unter das Normale herabgegangen, aber nichts desto weniger gegen früher bereits insufficient geworden ist.

Die häufigsten Ausnahmen von der Regel bilden solche Kranke, welche mit dem transportablen pneumatischen Apparate behandelt wurden. Bei den meisten der Kranken wird im Verlaufe der Behandlung sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft gesteigert, und diese Steigerung ist oft so erheblich, dass die anfangs sehr insufficiente In- und Exspirationskraft sich bis zu den Grenzen des Normalen, ja oft sogar bis zu den mittleren Werthen gesunder Personen emporhebt. Zwar geht mit dieser Steigerung der Athmungskraft, besonders wo diese bis zur Norm gehoben wird, fast regelmässig auch eine mehr oder weniger bedeutende Besserung des Allgemeinbefindens und der meisten krankhaften subjectiven Symptome einher, und oft genug konnte ich auch objectiv durch Percussion, Auscultation und Inspection des Thorax die wesentliche Besserung nachweisen. Aber dennoch konnten die Kranken noch nicht als völlig geheilt betrachtet werden, obwohl das Pneumatometer bereits normale Werthe zeigte. Die Steigerung der Athemkraft hat eben in Folge der Behandlung die Besserung der übrigen Symptome überholt, und sie darf deshalb nicht als ein für sich allein ausreichender Maassstab der Beurtheilung benutzt werden.

Aehnlich wie der pneumatische Apparat wirkt nur noch nach meiner Erfahrung der Aufenthalt im Höhenklima, durch welchen gleichfalls die pneumatometrischen Werthe gesteigert werden, aber doch bei weitem nicht in so hohem Maasse und in so kurzer Zeit, wie bei Anwendung des ersteren. Selten fand ich bei gebesserten Phthisikern, die so eben aus dem Höhenklima kommend, von mir untersucht wurden, ein pneumatometrisches Ergebniss, welches das Minimum mehr als nur sehr wenig übertraf. Ich hatte Gelegenheit, Phthisiker vor und nach dem Gebrauch des

Höhenklimas zu untersuchen und auf diese Weise das vorliegende Verhältniss besonders exact zu prüfen.

Von anderen Behandlungsmethoden, auch wenn der Zustand durch dieselben, oder auch ohne sie spontan gebessert wurde, habe ich eine irgend wie nennenswerthe Steigerung der Athmungskraft nicht beobachtet. Ich hatte dies in früheren Jahren, als ich die pneumatische Behandlung noch nicht ausübte und doch bereits viel am Pneumatometer experimentirte, vielfach zu constatiren Gelegenheit, und ich habe bereits oben bemerkt, dass in Fällen, in welchen das Lungenleiden bereits seit längerer Zeit abgelaufen war, doch meist noch die Athmungsinsufficienz sich feststellen liess.

Bei der Benutzung der pneumatometrischen Werthe zur Diagnose der Phthisis muss man auf diese Verhältnisse sehr wohl Rücksicht nehmen und einen besonderen Maassstab der Beurtheilung an diejenigen Fälle legen, in welchen eine direct auf die Stärkung der Athmungskraft hinzielende Behandlung (pneumatischer Apparat, Höhenklima, wahrscheinlich auch Brustgymnastik) vorhergegangen ist.

B e i s p i e l e :

1. Gs., Kaufmann, 26 Jahre alt, mittelgross, ziemlich kräftig gebaut. Brust gut gewölbt. Vor 1½ Jahren geringes Blutspeien, ohne darauf folgenden Husten oder sonstige Beschwerden. Vor 5 Monaten Husten, der später (im Sommer) milder wurde und vor Kurzem (im Herbst) wieder exacerbirte. Beiderseits oben Percussionsschall geringfügig gedämpft, daselbst mittelblasiges Rasseln bei vesiculärem Athmungsgeräusch. Kein Fieber; keine sichtliche Abmagerung.

Vitale Lungencapacität 3100 Ccm.
Inspirationszug in maximo 60 Mm., erhalten auf 30 Mm.
Exspirationsdruck - - 80 - - - 50 -

2. Schn., Kaufmann, 30 Jahre alt. Seit 5 Monaten Husten, seit 2 Monaten in verstärktem Grade, vor 10 Tagen Haemoptysis. Geringe Abmagerung. Mässiges Schwächegefühl. Kein Fieber, keine Dyspnoë. Leichte Dämpfung rechts oben, vorn sowohl wie hinten; geringfügige Dämpfung auch links oben neben dem Sternum. Rechts oben bronchiales Athmen, vorn mit Crepitiren, hinten mit Rasseln. Links oben vesiculäres Athmen und etwas Rasseln.

Vitale Lungencapacität 2500 Ccm.
Inspirationszug 50 Mm.
Exspirationsdruck 100 -

3. Md., Schlosser, 50 Jahre alt. Seit ca. 8 Jahren häufig Husten, seit 1½ Jahren fast andauernd, mit öfterer Haemoptysis. Früher kräftig gewesen, jetzt Abmagerung. Dyspnoë. Kein Fieber. Starke Dämpfung rechts oben, geringere auch links oben. An den gedämpften Stellen theilweise bronchiales Athmen, Rasseln und Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 1660 Ccm.
Inspirationszug 30 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

4. Brt., Arbeiter, 49 Jahre alt. Ursprünglich ziemlich kräftige Constitution. Seit 3 Monaten starker Husten, Abmagerung. Vor 4 Wochen Haemoptysis. Objective und subjective Dyspnoë. Beiderseits oben Dämpfung, unbestimmtes Athmungsgeräusch, Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 2850 Ccm.
Inspirationszug 50 Mm.
Exspirationsdruck 64 -

5. Kp., Barbier, 30 Jahre alt, ziemlich gross, schlank, mit wenig gewölbter Brust. Seit ¾ Jahren an fieberlos verlaufender käsiger Pneumonie in beiden oberen Lungenlappen leidend.

Vitale Lungencapacität 3300 Ccm.
Inspirationszug in maximo 20 Mm., auf welcher Höhe die Quecksilbersäule nur mit Mühe kaum 1 Secunde erhalten werden kann.
Exspirationsdruck 60 Mm., wird ca. 2 Secunden auf dieser Höhe erhalten.

6. Hr., Gewerbe-Academiker, 24 Jahre alt, mittelgross. Seit 2 Jahren krank. Vorgeschrittene Phthisis. An beiden Lungenspitzen erhebliche Dämpfung in ziemlich grosser Ausdehnung, bronchiales Athmen daselbst. Starke Abmagerung. Leichtes Fieber. Objective Dyspnoë.

Vitale Lungencapacität 1600 Ccm.
Inspirationszug in maximo 20 Mm., erhalten auf 16 Mm.
Exspirationsdruck - - 60 - - - 56 -

7. It., Cigarrenarbeiter, 28 Jahre alt. Vor 4 Jahren Haemoptysis ohne weitere Folgen. Kräftig gebaut, von ziemlich grossem Wuchs, gut gewölbter Brust. Sehr geringfügige Dämpfung und unbestimmtes Athmungsgeräusch rechts oben neben dem Sternum. Patient kam wegen einer Laryngitis in meine Behandlung; die Lungenaffection macht gegenwärtig keinerlei Symptome und kann als geheilt betrachtet werden.

Vitale Lungencapacität 3900 Ccm.
Inspirationszug in maximo 30 Mm., erhalten auf 24 Mm.
Exspirationsdruck - - 40 - - - 32 -

8. Rl., Gürtler, 29 Jahre alt. Vorgeschrittene Phthisis pulmonum et laryngis. Angeblich seit der Kindheit belegte Stimme und erst seit 5 Monaten starke Heiserkeit und Husten. Abmagerung und grosse Blässe. Dyspnoë. Beiderseits die oberen Partien des Thorax eingesunken, wölben sich wenig bei tiefer Inspiration; starke Dämpfung und bronchiales Athmen beiderseits. Rechts oben neben dem Sternum bruit de pot fêlé.

Inspirationszug 20 Mm.
Exspirationsdruck 32 -

9. Frl. Vl., 25 Jahre alt, klein, untersetzt, nicht merklich abgemagert. Seit 3 Jahren chronische Pneumonie beider oberen Lungenlappen; besonders starke und ausgedehnte Dämpfung am linken oberen Lappen, nur geringe am rechten. Links oben bronchiales Athmen und Knisterrasseln. Rechts oben leises vesiculäres Athmen. Seit ca. 2 Jahren mit wenigen Unterbrechungen chronische Haemoptysis. Zum öfteren an Pleuritis sicca, die immer schnell vorübergegangen, gelitten. Kein Fieber.

Vitale Lungencapacität 1200 Ccm.
Inspirationszug in maximo 15 Mm.
Exspirationsdruck - - 30 -

10. Frau Mn., 29 Jahre alt. War immer schwächlich. Seit 2 Jahren Phthisis, im Beginn der Erkrankung Haemoptysis. Beide oberen Lungenlappen sind verdichtet, der rechte in grösserer Ausdehnung als der linke. Ziemlich grosse Abmagerung und Schwäche. Kein Fieber.

Vitale Lungencapacität 500 Ccm.
Inspirationszug 8 Mm.
Exspirationsdruck 12 -

Erklärung der pneumatometrischen Ergebnisse.

In Folgendem will ich versuchen, die Ergebnisse der Pneumatometrie, wie wir sie bei Gesunden einerseits, bei Emphysematikern und Phthisikern andererseits erhielten, mit Rücksicht auf die in Betracht kommenden physicalischen Kräfte zu erklären und daraus allgemeine Gesichtspunkte für die pneumatometrische Diagnostik abzuleiten.

Der Inspirationszug sowohl wie der Exspirationsdruck ist ein Produkt verschiedener Faktoren, von denen einzelne einen positiven, andere einen negativen Werth haben. Diese Faktoren sind: 1) die Musculatur, 2) die Lungenelasticität, 3) die Widerstände von Seiten der Brustwand, des Inhalts der Brust und ihrer Umgebung.

Bei der Inspiration bildet die gesammte für die forcirte Einathmung in Function tretende Musculatur den einzigen positiven Factor. Die Muskelkraft hat einerseits der Elasticität des Lungengewebes entgegenzuarbeiten, welche sich der Ausdehnung widersetzt; andererseits hat sie Widerstände zu überwinden, welche sich der Formveränderung des Thorax entgegenstemmen.

Diese Widerstände sind hauptsächlich die Schwerkraft der Thoraxwandung, welcher entgegen die Rippen gehoben werden, die Form- und Lageveränderung, welcher der Thorax und sein Inhalt — Lungen, Herz, Gefässe, Pleura — durch die Erweiterung des Brustkastens ausgesetzt wird, auch die Elasticität der Thoraxwandung, ferner die Druckdifferenz der äusseren Atmosphäre gegen die etwas verdünnte Luft im Inneren der Lunge, endlich die im Abdomen zu überwindende Spannung, die dem Herabtreten des Zwerchfells sich widersetzt.

Anders verhält es sich bei der Exspiration. Hier giebt gleichfalls die der forcirten Ausathmung dienende Musculatur einen Hauptfactor des zu Stande kommenden Druckes. Aber die anderen Momente, welche der Inspiration sich entgegenstemmten, wirken bei der Exspiration ganz im Gegentheil befördernd. Die Lungenelasticität kommt der Exspiration zu Hilfe, ihre Kraft erhöhend; ebenso wird durch die Schwerkraft und die übrigen genannten Widerstände die Ausathmung unterstützt, indem die aus ihrer Gleichgewichtslage gebrachten Theile von selbst in dieselbe zurückzukehren streben. Nur bei sehr forcirter Exspiration, bei welcher der Thorax über seine Gleichgewichtslage hinaus zusammengepresst wird, kommen manche neue Widerstände — Exspirationswiderstände im Gegensatz zu den Inspirationswiderständen — zur Geltung, während die Lungenelasticität auch hier dauernd befördernd wirkt.

Für die Inspiration bildet also die Muskelkraft den einzig positiven, die Lungenelasticität und die Widerstände die negativen Factoren; bei der Exspiration hingegen haben alle drei Factoren einen positiven Werth, und es kommt nur ein relativ kleiner negativer Factor für den Exspirationswiderstand hinzu.

Nennen wir die Kraft der Inspirationsmusculatur m, die der Exspirationsmusculatur m′, die Wirkung der Lungenelasticität von tiefster Inspirationstellung bis zur gewöhnlichen Exspirationstellung e und bis zur forcirten Exspirationsstellung e′, die Inspirationswiderstände w, die Exspirationswiderstände w′, so können wir uns schematisch folgende Formeln construiren:

Inspirationszug nach gewöhnlicher Exspiration = m — e — w.
Inspirationszug nach forcirter Exspiration = m — e′ — w + w′.
Exspirationsdruck = m′ + e′ + w — w′.

Da nun nach meinen oben mitgetheilten Erfahrungen das pneumatometrische Ergebniss für den Inspirationszug ziemlich gleich ist, ob demselben eine forcirte oder gewöhnliche Exspiration vorangegangen ist, so folgt:

$$m - e - w = m - e' - w + w';$$

$$\text{also } e = e' - w';$$

$$\text{oder } w' = e' - e,$$

d. h. mit Worten: die Grösse der für die forcirte Exspiration eintretenden Widerstände entspricht gerade dem Zuwachs an Elasticitätskraft, welche von der gewöhnlichen zur forcirten Exspirationsstellung hinzutritt.

Setzen wir in die oben für den Exspirationsdruck gegebene Formel gleichfalls e = e′ — w′, so erhalten wir:

Exspirationsdruck = m′ + e + w,

diesem entspricht der

Inspirationszug = m — e — w.

Die Grösse der einzelnen hier in Betracht kommenden Coefficienten ist bisher noch nicht festgestellt. Nur über den wichtigsten derselben, die Lungenelasticität, liegen exacte Beobachtungen an Thieren und menschlichen Leichen vor. Bekannt sind die Experimente von Donders[1]), zu welchen in neuester Zeit sehr bemerkenswerthe Untersuchungen von Perls[2]) hinzugekommen sind. Dieser letztere Forscher macht zugleich auf eine alte Arbeit von Carson[3]) (aus dem Jahre 1819) aufmerksam, der zuerst hierauf bezügliche Beobachtungen veröffentlicht hat.

Carson fand, dass die Lungenelasticität beim Ochsen bei weitem die Kraft übersteige, welche einer Wassersäule von 1½ Fuss Höhe (= ca. 36 Mm. Quecksilber) das Gleichgewicht halte; bei Kälbern, Schafen und grossen Hunden betrug dieser Werth 1 bis 1½ Fuss Wasserhöhe = 24 bis 36 Mm. Hg.

Donders mass an menschlichen Leichen, deren Trachea er mit einem Manometer luftdicht in Verbindung brachte, den Druck, welchen

---

1) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1853. — Handbuch der Physiologie. 1856.

2) Ueber die Druckverhältnisse im Thorax bei verschiedenen Krankheiten. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. VI. S. 1. 1869.

3) Philos. Transaction. 1820. Vol. I.

beim Oeffnen des Thorax die Lunge vermöge ihrer Elasticität, indem sie sich zu retrahiren versucht, ausübt. Er fand diesen Werth von 30 bis 70 Mm. Quecksilberhöhe schwankend, glaubt jedoch nicht, dass hiermit das wahre Maximum der wirklichen Elasticitätskraft der Lungen erreicht sei; denn von den 11 Leichen, an denen er experimentirte, hatte keine einzige vollkommen gesunde Lungen. Donders schätzt die Elasticität gesunder Lungen nach gewöhnlicher Ausathmung, d. h. von der Leichenstellung des Thorax bis zum völligen Collabiren, auf 80 Mm.

Perls experimentirte in gleicher Weise wie Donders an 100 Leichen, bei denen die verschiedensten Erkrankungen zu Grunde lagen, um den Einfluss der Krankheiten auf den Elasticitätscoefficienten zu prüfen. Wir kommen auf Einzelheiten dieser Untersuchungen zurück und bemerken hier nur, dass die Kraft, mit welcher beide Lungen nach Eröffnung des Thorax zu collabiren strebten, zwischen 0 und 66 Mm. Hg. schwankte, dass also der von Perls gefundene Maximalwerth sich von dem Donders'schen wenig unterscheidet, und dass auch Perls die Schätzung von 80 Mm. für den Elasticitätscoefficienten vollkommen gesunder Lungen angemessen hält.

Von diesem an Leichen zu erzielenden Resultat vollkommen verschieden ist der Elasticitätscoefficient, welcher am Lebenden in Wirksamkeit tritt. An der Leiche wird die Kraft gemessen, mit welcher sich die bis zur Exspirationsstellung retrahirte Lunge von dieser Stellung bis zum vollständigen Collabiren zusammenzuziehen sucht. Am Lebenden dagegen ist die Elasticitätskraft zu messen, welche beim Zusammenziehen der Lungen von der tiefsten Inspirationsstellung bis zur forcirten Exspirationsstellung zur Geltung kommt; über diese Stellung hinaus findet die Elasticitätswirkung ihre Schranke in dem Widerstande, welchen die Brustwand einer weiteren Zusammenziehung entgegensetzt. Es kommt demnach am Lebenden nur ein Bruchtheil der an der Leiche messbaren Elasticitätskraft zur Wirkung. Donders schätzt nach Versuchen an aufgeblasenen Leichenlungen den Elasticitätscoefficienten auf 30 Mm. Hg. in maximo.

Aus den von mir oben angegebenen Formeln lassen sich auch manche andere wichtigen Punkte annähernd berechnen.

Nach forcirter tiefer Exspiration beträgt:

$$\text{der Inspirationszug} = m - e - w$$
$$\text{der Exspirationsdruck} = m' + e + w.$$
$$\text{Inspirationszug} + \text{Exspirationsdruck} = m + m'.$$

Die Summe der Inspirations- und Exspirationskraft entspricht demnach der Summe der bei forcirter In- und Exspiration thätigen Muskelkraft, ganz gleichgültig wie hoch die Factoren der Widerstände und des Elasticitätscoefficienten sich bemessen.

Nehmen wir beispielsweise an, ein gesunder Mann habe einen Inspirationszug von 120 Mm. und einen Exspirationsdruck von 160 Mm., so lässt sich die Gesammtsumme der bei forcirter In- und Exspiration zur Wirkung kommenden Muskelkraft auf 280 Mm. Quecksilber-Höhe berechnen.

Setzen wir in diesem Falle den Elasticitätscoefficienten gleich dem von Donders berechneten Maximum, also $e = 30$ Mm., so erhalten wir:

$$\text{Inspirationszug} = 120 \text{ Mm.} = m - 30 - w$$
$$\text{Exspirationsdruck} = 160 \text{ Mm.} = m' + 30 + w$$

folglich:

$$m = 150 + w$$
$$m' = 130 - w.$$

Es ergiebt sich demnach, übereinstimmend mit Donders' Annahme, dass, obgleich der Inspirationszug vom Exspirationsdruck an Kraft übertroffen wird, dennoch — wegen der negativen Coefficienten der Elasticität und der Widerstände — die Muskelkraft der forcirten Inspiration weit grösser ist als die der forcirten Exspiration. In dem obigen Beispiel entspricht der Inspirationsmusculatur mehr als 150 Mm. Quecksilberhöhe, der Exspirationskraft weniger als 130 Mm. Wie gross w zu berechnen ist, darüber will ich mir eine Schätzung nicht gestatten.

Nach meiner Ansicht würde sich e + w aufs exacteste an Leichen folgendermassen feststellen lassen: Man füge in die Luftröhre einer frischen, noch nicht todtenstarren Leiche eine durch einen Hahn verschliessbare Röhre luftdicht ein, blase durch dieselbe mittelst Blasebalg die Lunge und dem entsprechend den unversehrten Thorax bis zur grösstmöglichsten Höhe auf und schliesse sodann den Hahn. Daranf füge man in die Glasröhre ein Manometer ein. Es wird nun Lunge nnd Thorax bis zur Exspirationsstellung zusammenzusinken suchen, und die Kraft, mit der dies geschieht, wäre am Manometer abzulesen. Was hierbei in Wirksamkeit tritt, ist die Lnngenelasticität nebst den Iuspirationswiderständen, also e + w. Leider fehlte es mir an Gelegenheit, diesen Versuch auszuführen, aus dessen Ergebniss mit Nothwendigkeit noch andere Momente zu berechnen wären.

Kehren wir zur obigen Formel:

$$\text{Inspirationszug} + \text{Exspirationsdruck} = m + m'$$

zurück, so werden wir demnach in jedem speciellen Falle die Inspirations- und Exspirationsmusculatur in betreff ihrer Kraft derart schätzen können, dass wir In- und Exspirationsdruck zu einander addiren und, da m grösser als m' ist, der Inspirationsmnsculatur mehr als die Hälfte der Summe und der Exspirationsmusculatur dem entsprechend weniger zutheilen.

$$m > \frac{\text{Insp.} + \text{Exsp.}}{2}$$

$$m' < \frac{\text{Insp.} + \text{Exsp.}}{2}$$

Betrachten wir die Differenz zwischen Inspirationszug und Exspirationsdruck, so ergiebt sich:

$$\text{Exspirationsdruck} = m' + e + w,$$
$$\text{Inspirationszug} = m - e - w;$$

folglich:

$$\text{Exsp.} - \text{Insp.} = m' - m + 2e + 2w.$$

Da m grösser als m' ist, so folgt hieraus:

$$\text{Exsp.} - \text{Insp.} = 2e + 2w - (m - m').$$

Mit Worten heisst dies: Die Differenz zwischen Inspirationszug und Exspirationsdruck ist um die doppelte Summe der Elasticität und der

Widerstände kleiner als die Differenz der Kraft der In- und Exspirationsmusculatur. Ist beispielsweise der Inspirationszug 150 Mm., der Exspirationsdruck = 200 Mm., so entspricht die Differenz beider = 50 Mm. der doppelten Summe an Elaticität und Widerstand minus der Differenz der Muskelwirkung. Die Hälfte, also 25 Mm., würde demnach kleiner sein als die Summe der Elasticität und Widerstände.

$$\frac{\text{Exsp.} - \text{Insp.}}{2} < e + w.$$

Wir haben demnach manche wichtige Anhaltspunkte bereits gewonnen. Weitere werden sich aus neuen Experimenten ergeben müssen. Wir haben oben nur zwei Gleichungen für 4 unbekannte Factoren; noch zwei andere Gleichungen sind zu finden, damit die vier Unbekannten sich vollständig berechnen lassen. Auf dem oben eingeschlagenen Wege liesse sich noch e + w feststellen. Legen wir dann noch als vierte Gleichung Donders' Schätzung für e zu Grunde, so wären Momente genug vorhanden, um das gesteckte Ziel zu erreichen; eventuell würde durch Zuhülfenahme weiterer Experimente e noch sicherer zu bestimmen sein.

Die Schwankungen der pneumatometrischen Werthe bei Gesunden lassen sich mit Leichtigkeit aus den angegebenen Momenten ableiten. Was zunächst am meisten bestimmend wirkt, ist die Musculatur, welche in dem einen Individuum eine höhere, in dem anderen eine geringere Kraft zu entwickeln vermag; deshalb geben Kinder, Frauen und Greise sowie schwächliche Personen überhaupt niedrigere Werthe als vollkräftige Männer. Ausser der Muskelkraft spielen aber auch hier die übrigen Factoren eine sehr wesentliche Rolle.

Bei Kindern und zart gebauten Personen sind die zu überwindenden Widerstände wegen der dünnen, noch leicht beweglichen Thoraxwandungen weit geringer als bei Erwachsenen. Die Verminderung der Widerstände erhöht die Inspirationskraft; hieraus erklärt es sich, dass, wie ich fand und wie Eichhorst es bestätigte, Kinder und zart gebaute Personen meist ein im Verhältniss zu ihrer Musculatur relativ grosses pneumatometrisches Maass darbieten. Umgekehrt muss die Verminderung der Widerstände den Werth der Exspirationskraft herabsetzen; es müsste denn sein, dass die gleichfalls verminderten Exspirationswiderstände (w′) wesentlich an Grösse übertroffen werden von der Elasticitätsdifferenz zwischen gewöhnlicher und forcirter Exspirationsstellung (e′ — e). Ist dies letztere nicht in erheblichem

Grade der Fall, so müssen wir zu dem Resultat gelangen, dass bei Kindern und zart gebauten Personen die Differenz zwischen Inspirationszug und Exspirationsdruck kleiner sein wird, als bei kräftigen Erwachsenen. Ich möchte auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit hinlenken: mir schien sich diese theoretisch zu construirende Anschauung in der Praxis an einer Anzahl von Personen zu bestätigen; jedoch war die Zahl derselben noch zu gering, als dass ich nicht wünschen müsste, dass auch fernerhin noch von anderen Seiten diese Frage weiter untersucht werde.

Bei Frauen wirkt ganz besonders die geringe Kraft, welche das Zwerchfell bei ihnen zu entwickeln, und die geringe Excursion, die es zu machen pflegt, herabsetzend auf die pneumatometrischen Werthe, vornehmlich auf die Inspiration. Hierzu kommen oft noch Widerstände der Kleidung, besonders der Umschnürung, welche die Kraft der Inspiration gleichfalls hemmen.

Greise endlich bieten ausser der Verminderung der Muskelkraft, welche gleichmässig auf In- und Exspiration wirkt, auch bedeutende Widerstände sowohl für die Inspiration als für die forcirte Exspiration dar, indem ihr Thorax in seinen knorpligen Theilen verknöchert, starr geworden und weder bedeutend ausgedehnt noch retrahirt werden kann. Endlich hat sich auch oft die Lungenelasticität vermindert, was herabsetzend auf die Exspiration wirkt. Alle diese Momente erklären die niedrigen pneumatometrischen Werthe bei Greisen, welche sowohl die Inspiration wie die Exspiration betreffen.

Gehen wir nunmehr an die Erklärung der von mir bei Emphysem und Phthisis gefundenen pneumatometrischen Ergebnisse.

Beim Emphysem ist die Verminderung der Lungenelasticität das wesentliche Moment. Aus den obigen Auseinandersetzungen ist ersichtlich, dass dieselbe herabsetzend nur auf die Exspiration, dagegen auf die Inspiration sogar erhöhend wirken muss.

Ein Blick auf die Formeln:

$$\text{Insp.} = m - e - w$$
$$\text{Exsp.} = m' + e + w$$

zeigt dies aufs deutlichste. Wird e um x vermindert, so dass der Elasticitätscoefficient e — x beträgt, so wird Insp. um x vermehrt, Exsp. um x vermindert:

Insp.′ = m — e + x — w. = Insp. + x.
Exsp.′ = m′ + e — x + w. = Exsp. — x.
Exsp.′ — Insp.′ = Exsp. — Insp. — 2 x.

Die Differenz zwischen Exsp. und Insp. wird hierbei um 2 x, also um das Doppelte der Elasticitätsverminderung gegen das Normale herabgesetzt.

Ist 2 x 〉 Exsp. — Insp., so wird Exsp.′ — Insp.′ negativ, d. h. der Exspirationsdruck kleiner als der Inspirationszug, was thatsächlich beim Emphysem der Fall ist.

Ich habe nun in der That beobachtet, dass in den ersten beiden Stadien des Emphysems die Inspirationskraft eine ziemlich hohe war und das Normale zu überschreiten schien. Ausser der Elasticitätsverminderung, welche dies bewirkt, glaubte ich auch noch eine Erhöhung der inspiratorischen Muskelkraft als Folge der häufigen Uebung derselben annehmen zu müssen, welche gleichfalls den Inspirationszug erhöht und dadurch zuweilen ganz besonders hohe Werthe erzielen lässt.

Ist das Emphysem zur Zeit mit Bronchitis oder mit einer krampfhaften Verengerung der kleinen Bronchien (Asthma) combinirt, so treten zu der verminderten Lungenelasticität noch andere Momente hinzu, welche die Exspiration herabsetzen. Auf diese komme ich bei der Bronchitis zurück.

Wie erklärt es sich nun aber, dass in dem vorgeschrittensten Stadien des Emphysems nicht nur die Exspiration, sondern auch die Inspiration insufficient wird? Ich glaube, dies lässt sich vollständig auf das Anwachsen der Widerstände zurückführen.

Besteht ein Emphysem längere Zeit, so rückt die Lunge und mit ihr der Thorax immer weiter aus ihrer normalen Gleichgewichtsstellung heraus. Während diese in der Mitte zwischen gewöhnlicher Inspirations- und gewöhnlicher Exspirationsstellung sich befindet, wird durch den häufigen gewaltsamen Zug der accessorischen Inspirationsmuskeln und die dadurch bewirkte Ausdehnung der Lungen der Brustkasten in eine dauernde Inspirationsstellung gebracht. Diese kann bei anhaltender Dyspnoë allmälig so weit hinaus rücken, dass sie sich der äussersten Inspirationsgrenze, d. h. der Grenze der Ausdehnungsfähigkeit des Thorax überhaupt nähert. Ist diese Grenze nahezu erreicht, so vermag auch der kräftigste Inspirationszug den Brustkasten und

die Lungen nicht mehr stärker auszudehnen, indem die Brustwandungen einen nicht zu überwindenden Widerstand entgegensetzen.

Dieser Widerstand wird sich natürlich am Pneumatometer durch Herabsetzung der Inspirationskraft offenbaren, und diese Herabsetzung wird um so stärker sein, je mehr sich die Thoraxausdehnung der Grenze des Möglichen genähert hat.

Die Vermehrung der Inspirationswiderstände muss aber naturgemäss wieder erhöhend auf den Exspirationsdruck wirken. Da aber die Lungenelasticität in solchen Fällen aufs äusserste herabgesetzt ist, und da ausserdem der Thorax meist eine gewisse Starrheit bereits erlangt hat und dadurch auch die Exspirationswiderstände vermehrt sind, so bleibt doch immer die Exspirationskraft stärker herabgesetzt als die Inspirationskraft.

Sind nun gar Greise mit dem Emphysem behaftet, ist ihr Thorax verknöchert und dazu noch die Musculatur geschwächt, so erhalten wir die niedrigsten Werthe, welche das Pneumatometer anzuzeigen vermag, immer aber die Exspiration mehr insufficient als die Inspiration.

Setzen wir in diesen äussersten Graden des Emphysems mit Starrheit des Thorax den Elasticitätscoefficienten $e = 0$ und den Widerstand für die Inspiration gleich dem für die Exspiration, so erhalten wir:

$$\text{Insp.} = m - w$$
$$\text{Exsp.} = m' - w$$

folglich

$$\text{Exsp.} - \text{Insp.} = m' - m.$$

Da nun m' kleiner als m ist, so muss in diesem Falle der Exspirationsdruck kleiner als der Inspirationszug sein.

Betrachten wir dem gegenüber die Lungenschwindsucht. Noch bevor eine wesentliche Schwächung der Musculatur wahrnehmbar ist, macht sich, wie wir sahen, bereits eine Inspirationsinsufficienz am Pneumatometer bemerkbar. Diese erklärt sich aufs vollkommenste durch die Vermehrung der Widerstände. Die in ihrem Gewebe sei es activ entzündete, sei es durch Cirrhose verdichtete Lungenpartie setzt einer Ausdehnung bei der Inspiration einen viel höheren Widerstand entgegen, als das normale Parenchym. Je ausgedehnter die Verdichtungen sind, um so

grösser werden die Widerstände. Hierzu kommen noch die so häufig bei Phthisis vorhandenen Adhäsionen der Pleura costalis und pulmonalis, welche einem freien Verschieben der Lunge innerhalb der Pleurahöhle hinderlich sind, und die deshalb neue Widerstände für die Einathmung setzen.

Die Vermehrung dieser Inspirations-Widerstände muss naturgemäss den Inspirationszug am Pneumatometer herabsetzen, während dieselbe umgekehrt den Exspirationsdruck vermehren hilft. Dieser letztere leidet aber auch dadurch, dass die Exspirations-Widerstände gleichfalls vermehrt werden, indem das verdichtete Gewebe sich eben so wohl einer forcirten Compression, wie einer ausdehnenden Zerrung entgegensetzt. Die Exspirationswiderstände können jedoch nur in erheblich geringerem Grade zur Wirkung kommen, weil der Thorax der Phthisiker in seiner mittleren Stellung bereits der normalen Exspirationsstellung mehr oder weniger genähert ist, also von dieser bis zur forcirten Exspiration keine grosse Excursion mehr gestattet ist. Was endlich den Elasticitätscoefficienten betrifft, so wird dieser im Verhältniss zu dem Ausfall lufthaltigen Parenchyms vermindert was gleichfalls die Exspirationskraft herabsetzt; aber dieser Ausfall kann in denjenigen Fällen der Phthisis, in welchen nur noch ein geringer Theil der Lunge entzündet oder verdichtet ist, verhältnissmässig nur klein sein, er wächst mit der Extensität der Affection.

Aus diesen Betrachtungen erhellt, dass bei der Lungenphthisis diejenigen Factoren überwiegen, welche die Inspiration herabsetzen; dass aber auch Momente vorhanden sind, welche die Exspiration gleichfalls hemmen, und dass diese namentlich in Fällen sehr ausgedehnter Erkrankung sich geltend machen. Diese theoretischen Betrachtungen stimmen demnach vollständig mit dem überein, was ich in praxi gefunden und oben ausführlich auseinandergesetzt habe. Zunächst in frühen Stadien der Krankheit ist nur der Inspirationszug herabgesetzt, der Exspirationsdruck noch nahezu normal; mit der fortschreitenden Krankheit wird gleich der Inspiration auch die Exspiration insufficient, letztere jedoch nie in dem Grade, dass sie unter das Maass der ersteren herabsinkt. Leidet nun noch durch Abmagerung die Musculatur, so wird

sowohl die Inspiration, als auch die Exspiration noch weiter herabgesetzt, bis die niedrigsten Werthe entstehen oder überhaupt das Pneumatometer keinen Ausschlag mehr zu geben vermag.

Allgemeine Gesichtspunkte für die pneumatometrische Diagnostik.

Aus dem Voranstehenden erhellt, dass die pneumatometrischen Werthe als Producte verschiedener positiver und negativer Coefficienten uns Aufschluss über alle diejenigen Zustände zu geben vermögen, bei welchen jene Coefficienten zur Wirkung gegelangen. Es verhält sich mit der Pneumatometrie in ganz gleicher Weise, wie mit den übrigen Untersuchungsmethoden, namentlich der Percussion und Auscultation; sie lehrt uns nicht direct das Vorhandensein einer bestimmten Krankheit, sondern zeigt uns gewisse abnorme Verhältnisse an, die durch verschiedenartige, genau zu charakterisirende Erkrankungen bedingt sein können, unter welchen die Differentialdiagnose zu entscheiden hat.

Emphysem und Phthisis sind demnach nicht die einzigen Krankheiten, welche am Pneumatometer abnorme Respirationstypen ergeben; ihnen schliessen sich die meisten Krankheiten des Respirationstractus, manche des Herzens, ferner eine Anzahl Affectionen des Abdomen, des Muskelapparats und vielleicht noch mancherlei andere an, über die bisher noch keine Beobachtungen vorliegen.

Wir dürfen folgende allgemeine Gesichtspunkte aufstellen:

1) Eine Verminderung der Muskelsubstanz oder Muskelkraft setzt die pneumatometrischen Werthe herab und zwar die Inspiration und Exspiration ziemlich gleichmässig, wenn die Muskelerkrankung eine allgemeine ist, dagegen allein die eine, oder die eine mehr als die andere, wenn die Erkrankung nur einzelne Muskelgruppen afficirt, welche mehr der Inspiration oder der Exspiration dienen. Eine Vermehrung der Muskelkraft erhöht — ceteris paribus — in gleicher Weise die pneumatometrischen Druckwerthe.

2) Eine Verringerung der Lungenelasticität setzt allein den Exspirationsdruck herab, wirkt dagegen erhöhend auf den Inspirationszug.

3) Eine Vermehrung der Inspirationswiderstände setzt den Inspirationszug herab und vermehrt den Exspirationsdruck, falls nicht gleichzeitig auch Exspirationswiderstände vorhanden sind. Es können indess auch Exspirationswiderstände auftreten, während die Inspirationswiderstände entweder gar nicht oder nur wenig vermehrt sind. In diesen Fällen wird allein oder vornehmlich der Exspirationsdruck herabgesetzt.

Wie wir sahen, entspricht das Emphysem der ad 2. genannten Bedingung. In den späteren Stadien desselben treten die Bedingungen ad 3. und theilweise auch ad 1. das Resultat complicirend hinzu.

Bei der Phthisis sind es im Anfangsstadium die unter 3. bezeichneten Widerstände, welche das pneumatometrische Ergebniss beherrschen. Der ad 2. genannte Elasticitätsfactor kommt nur in geringem Grade in Betracht; bei zunehmender Erkrankung sind endlich die Factoren ad 1. von wesentlicher Bedeutung.

Es war von vornherein höchst wahrscheinlich, dass ähnlich wie die Phthisis sich auch andere Krankheiten verhalten werden, in denen das Lungengewebe verdichtet oder entzündet ist. Dies ist der Fall bei der

Pleuritis und Pneumonie.

Bei diesen beiden Krankheiten liegen die gleichen Bedingungen vor, wie bei der Lungenschwindsucht. Abgesehen von dem Schmerze, welcher einer forcirten Inspiration sich entgegensetzt und welcher den Inspirations- und entsprechend auch den Exspirationsdruck selbst auf ein Minimum herabzusetzen vermag, leisten, auch wo der Schmerz vollkommen fehlt, das comprimirte oder entzündlich verdichtete Gewebe ebenso wie die Adhäsionen zwischen den beiden Pleurablättern der Inspiration erheblichen Widerstand. Ich will dieselben Argumentationen nicht wieder-

holen, die ich bereits bei der Phthisis ausführlich dargethan. Das Resultat muss, der Theorie nach, für Pneumonie und Pleuritis das gleiche sein, wie bei der Phthisis. Hauptsächlich wird der Inspirationszug herabgesetzt und bei ausgedehnter Erkrankung auch der Exspirationsdruck, jedoch in geringerem Grade als ersterer.

Die Praxis hat diese Theorie vollkommen bestätigt. Ich habe in einer grösseren Zahl von Fällen, betreffend abgelaufene Pleuritis, sei es mit restirender Schwarte, sei es mit noch vorhandenem Exsudat, auch bei Empyem mit offener oder vorübergehend geschlossener Fistelöffnung, Gelegenheit gehabt, pneumatometrische Untersuchungen anzustellen, und kam zu dem oben angegebenen Resultat. In den leichteren Fällen bestand allein eine Insufficienz der Inspiration, die Exspiration schien nahezu normal; in den schweren Fällen war sowohl die Inspiration wie die Exspiration insufficient, erstere wurde aber von letzterer an Druckwerth übertroffen.

Nur in einem Falle von schon längere Zeit bestehender pleuritischer Schwarte fand ich den Exspirationsdruck unter den Werth des Inspirationszuges herabgegangen; in diesem Falle schien die Annahme berechtigt, dass sich gleichsam compensatorisch auf der gesunden Seite eine Lungenektasie mit Verlust an Elasticität ausgebildet habe.

Bei der Pneumonie hatte ich selbst noch keine Gelegenheit, das Pneumatometer anzuwenden. Es liegen indess bemerkenswerthe Beobachtungen von Eichhorst[1]) vor, welcher in 3 Fällen von croupöser Pneumonie die pneumatometrischen Ergebnisse vollkommen so fand, wie sie der von mir entwickelten Theorie entsprechen. Bei der Pleuritis und beim Empyem fand Eichhorst ebenfalls gleiche Resultate wie ich selbst. Auch Lassar[2]) hatte in einem Falle von Pyo-Pneumo-Thorax ein analoges Ergebniss.

Ich bemerke zugleich, dass Eichhorst aufs vollständigste und im wesentlichen auch Lassar die von mir beim Emphysem

1) a. a. O., vergl. S. 7 u. 28.
2) a. a. O., vergl. S. 17 u. 28.

und bei der Phthisis gefundenen pneumatometrischen Ergebnisse durch ihre Untersuchungen bestätigten.

Beispiele (vergl. hauptsächlich noch die Casuistik im therapeutischen Theile):

1. Lb., Werkführer, 44 Jahre alt. Vor 9 Monaten Pleuritis. Seitdem Dyspnoë. Rechts an den mittleren und unteren Partien des Thorax starke Dämpfung, daselbst leises vesiculäres Athmen und Reibungsgeräusche.

Vitale Lungencapacität 1650 Ccm.
Inspirationszug 30 Mm.
Exspirationsdruck 40 -

2. Km., Kaufmann, 26 Jahre alt. Vor 2 Jahren eitrige Pleuritis. Thoracocentese. Linksseitiges Empyem besteht fort; die Fistelöffnung ist offen. Relativ mässig guter Ernährungszustand.

Vitale Lungencapacität 1800 Ccm.
Inspirationszug 50 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

Ich füge die folgenden Fälle von Eichhorst hinzu:

1. 15jähriger Böttcherlehrling. Empyem der rechten Seite. Vor 3 Monaten Thoracocentese. Ausspritzung der Pleurahöhle.

Inspirationszug in maximo 24 Mm.
Exspirationsdruck - - 29 -

Mit zunehmender Heilung erhöhen sich diese Werthe allmälig.

Nach 5 Tagen:	Inspirationszug	35 Mm.,	Exspirationsdruck	45 Mm.
- 13 -	-	42 -	-	78 -
- 40 -	-	60 -	-	84 -

2. Arbeiterfrau, 52 Jahre alt. Pleuro-Pneumonia crouposa des linken unteren Lappens.

	Inspirationszug	25 Mm.,	Exspirationsdruck	36 Mm.
Am Tage vor der Krisis	-	31 -	-	32 -
11 Tage nach der Krisis	-	40 -	-	44 -
15 - - - -	-	60 -	-	63 -

3. Ein 43jähriger Arbeiter. Croupöse Pleuro-Pneumonie des linken unteren Lappens.

	Inspirationszug	23 Mm.,	Exspirationsdruck	37 Mm.
6 Tage nach der Krisis	-	50 -	-	54 -

4. Ein 27jähriger Arbeiter. Croupöse Pleuro-Pneumonie des linken unteren Lappens.

	Inspirationszug	22 Mm.,	Exspirationsdruck	24 Mm.
	-	13 -	-	14 -
Tag der Krisis . .	-	36 -	-	38 -
3 Tage nach der Krisis	-	43 -	-	46 -

Perls[1]) fand bei seinen oben erwähnten Untersuchungen an Leichen gleichfalls, dass bei pleuritischen Exsudaten und in geringerem Grade auch bei Pneumonie die Kraft, mit welcher die Lungen nach Oeffnung des Thorax sich retrahiren, beträchtlich herabgesetzt ist. Die Lungen sind bei pleuritischen Exsudaten gewöhnlich weit über ihre Exspirationsstellung hinaus comprimirt. Der Inspiration wird hierdurch ein abnorm grosser Widerstand entgegengesetzt. Der Ausfall der Elasticität eines grossen Lungentheils muss ferner auch die Exspiration herabsetzen, was in der That die obigen Beispiele zur Genüge zeigen.

Verengerungen des Larynx und der Trachea.

Bei Verengerungen des Larynx oder der Trachea, gleichgültig aus welcher Ursache, treten abnorme Widerstände ein, die hauptsächlich oder fast allein nur der Inspiration entgegentreten. Sobald nämlich die Inspirationsmuskeln ihre Kraft entwickeln, um den Thorax auszudehnen, so kann bei dem verengten Eingang zu den Bronchien nicht in genügend kurzer Zeit so viel Luft in die Lungen eingesogen werden, dass dieselben von Luft unter gewöhnlichem Druck ausgefüllt sind. Vielmehr muss im Thorax der Luftdruck sich in dem Maasse vermindern, als zu wenig Luft im Verhältniss zu der gleichzeitigen Ausdehnung der Lungen in dieselben eintritt. Die Differenz zwischen dem Druck der äusseren Atmosphäre und dem im Inneren der Lungen wird hierdurch unverhältnissmässig erhöht, und diese Druckdifferenz muss naturgemäss als Widerstand für die Inspiration sich geltend machen. Sehen wir ja doch bei hochgradiger Stenose während der Inspiration sogar den unteren Theil des Thorax eingezogen werden, was allein durch den Ueberdruck der äusseren Atmosphäre dem Muskelzug entgegen bewirkt wird. Bei der Exspiration tritt umgekehrt der Ueberdruck der äusseren Atmosphäre nicht als Hinderniss, sondern gerade fördernd auf, der Exspirationsdruck müsste also wesentlich erhöht werden, wenn nicht die verengte Passage auch der aus den Lungen austretenden Luft einen gewissen Widerstand entgegensetzte. Dieser Widerstand wird möglicherweise die durch die Druckdifferenz gewonnene För-

1) a. a. O., vergl. S. 55 ff.

derung compensiren. In anderen Fällen könnte es vorkommen, dass die letztere überwiegt, und dass demnach die Exspirationskraft erhöht, während die Inspirationskraft herabgesetzt ist.

Im Grossen und Ganzen werden die Verengerungen der ersten Luftwege das Bild einer reinen Inspirations-Insufficienz darbieten müssen.

Meine pneumatometrischen Untersuchungen haben auch diese Voraussetzungen vollständig bestätigt, wenn mir auch bisher nur wenige Beobachtungen in dieser Beziehung zu Gebote stehen.

1. Frau Sch., 40 Jahre alt. Laryngoskopisch deutlich nachweisbare ringförmige Strictur der Trachea syphilitischen Ursprungs. Subjective und objective Dyspnoë. Lauter Stridor bei der Inspiration.

Vitale Lungencapacität 1500 Ccm.
Inspirationszug in maximo 30 Mm., erhalten auf nur 20 Mm.
Exspirationsdruck in maximo 45 Mm, erhalten auf 35 bis 40 Mm.

2. Rcht., 45 Jahre alt, Kaufmann. Sehr kräftige Constitution. Inspiratorische Paralyse beider Stimmbänder, so dass für die Luft nur ein sehr feiner Spalt als Passage dient. Stridor.

Vitale Lungencapacität 3500 Ccm.
Inspirationszug in maximo 40 Mm.
Exspirationsdruck - - 110 -

3. Asm., 66 Jahre alt. Apfelgrosse Struma cystica. Phonische und inspiratorische Lähmung des rechten Stimmbandes (Paralyse des Nerv. recurrens). Dyspnoë bei Bewegungen und ganz besonders starke Orthopnoë in den Nächten. Patient fühlt keine Beengung im Halse, sondern bezeichnet seine Beschwerden als Beklemmung auf der Brust (oder Asthma). Zeitweise Husten. Gut gewölbter Thorax. Starker Panniculus adiposus. Percussion und Auscultation der Brust- und Unterleibsorgane ergiebt nichts abnormes. Ueberall über den Lungen hört man ein ziemlich leises vesiculäres Athmen.

Inspirationszug 28 Mm.
Exspirationsdruck 80 -

4. Brl., Banquier, 50 Jahre alt. Kräftige Constitution. Etwas ektatischer Thorax; Percussion und Auscultation nicht abnorm. Seit ca. 1 Jahr Dyspnoë. Grosse doppelseitige Struma, welche linkerseits die Trachea zu umschliessen scheint. Zum öfteren Husten.

Inspirationszug in maximo 70 Mm.
Exspirationsdruck - - 130 -

Im letzten Falle war es fraglich, ob die Dyspnoë durch den Druck der Struma oder durch Emphysem bedingt war. Die pneumatometrische Untersuchung allein war im Stande, die Differentialdiagnose zwischen Compression der Trachea und Emphysem zu entscheiden. Das Resultat der Untersuchung konnte keinen Augenblick darüber im Zweifel lassen, dass eine wirkliche Compression und Verengerung der Trachea durch die Struma stattfand, und dass nicht etwa die häufig vorhandene Bronchitis ein Emphysem zurückgelassen und dieses die Dyspnoë bedingte. Das Gleiche gilt vom 3. Falle: Auch hier war es fraglich, ob nicht verminderte Lungenelasticität und darauf beruhendes Asthma vorlag. Das Pneumatometer entschied gegen die letztere Annahme. In diesem Falle kam zur Compression der Trachea durch die Struma noch die rechtsseitige Recurrenslähmung hinzu, wahrscheinlich durch die Struma bedingt, und die durch die inspiratorische Lähmung des rechten Stimmbandes gesetzte, wenn auch nicht bedeutende Verengerung des Larynx während der Inspiration hat den Inspirationszug noch weiter herabsetzen helfen. In einem anderen ähnlichen Falle konnte ich umgekehrt allein auf Grund der Pneumatometrie mit Sicherheit aussprechen, dass die vorhandene Dyspnoë auf Emphysem und nicht auf einer etwaigen Compression der Trachea beruhe.

Es fand sich bei dem 22jährigen Kaufmann, welcher an stark entwickelter Struma und gleichzeitig an Bronchitis litt, ein Inspirationszug von 100 Mm., ein Exspirationsdruck von nur 70 Mm. Dass hier Emphysem und nicht Tracheal-Verengerung vorlag, war somit vollkommen sicher gestellt.

Dass in solchen Fällen die Pneumatometrie von höchster Bedeutung für die differentielle Diagnostik ist, und dass hier von ihren Ergebnissen Prognose und Therapie abhängt, liegt auf der Hand.

In den obigen Beispielen haben wir einen Fall von organischer Strictur der Trachea, einen anderen von durch Lähmung bedingter Verengerung der Glottis, einen dritten von halbseitiger inspiratorischer Lähmung zugleich mit Compression der Trachea,

endlich einen Fall von reiner Compression der Trachea mitgetheilt. Dass Verengerungen der ersten Luftwege, die auf anderen Ursachen beruhen, namentlich der Croup des Larynx gleiche Resultate ergeben werden, ist kaum zu bezweifeln.

Bronchitis.

In den meisten Fällen von Bronchitis beobachtete ich eine Insufficienz der Exspiration, gleich wie im ersten Stadium des Emphysems. Sicherlich ist auch — wenigstens in den meisten Fällen der chronischen Bronchitis — bereits ein solches vorhanden, also die verminderte Lungenelasticität die Ursache der Exspirations-Insufficienz. Ich glaube aber nicht, dass man zu der Annahme berechtigt ist, dass in allen jenen Fällen bereits die Lungenelasticität gelitten hat; denn ich beobachtete die Exspirations-Insufficienz zuweilen auch bei noch ganz frischen Bronchitiden. Hier müssen Widerstände vorhanden sein, welche nur bei der Exspiration hervortreten, der Inspiration dagegen gar kein oder nur ein geringes Hinderniss entgegensetzen.

Die Vermuthung liegt nahe, dass die Verengerung der kleinsten Bronchien in dieser Weise wirkt. Bei forcirter Inspiration wird zunächst die Luft mit voller Kraft herangezogen, die Luft kann ohne Hinderniss die ersten Wege passiren, und erst am Ende der Bahn, wenn diese sich in zahlreiche enge Strassen theilt, begegnet ihr ein Hinderniss. Es ist denkbar, dass sich dieses erst am Ende der Inspiration eintretende Hinderniss am Pneumatometer nicht sehr merklich markirt, weil das Maximum der zu Beginn der Inspiration aufgewendeten Kraft zur Messung gelangt. Möglicherweise würde es sich mehr markiren, wenn man die zweite Art der pneumatometrischen Methode anwendete, wenn man nämlich langsam tief inspiriren liesse und beobachtete, in welcher mittleren Höhe das Quecksilber durch mehrere Secunden erhalten werden kann.

Bei der Exspiration dagegen tritt das Hinderniss sofort im Beginn der exspiratorischen Arbeit auf. Die Verengerung betrifft diejenigen Wege, welche die aus den Lungen austretende Luft

zuerst zu passiren hat. Die Luft kann deshalb nur langsamer austreten — wie ja auch das verlängerte Exspirationsgeräusch zeigt — und hiermit geht ein Theil der Druckkraft verloren. Das exspiratorische Hinderniss wird sich auch sofort am Pneumatometer bemerkbar machen, indem das normale Maximum des Exspirationsdrucks nicht erreicht werden kann.

Noch ein anderes Moment glaube ich jedoch zur Erklärung der Exspirationsinsufficienz zu Hülfe nehmen zu müssen, nämlich die Lungenhyperämie. Dass diese der Inspiration nur ein geringes Hinderniss entgegensetzt, ist leicht ersichtlich; denn die Ausdehnungsfähigkeit des Gewebes kann durch die reine Hyperämie nicht leiden, und nur die vermehrte Schwere des Organs liefert einen wahrscheinlich nicht erheblichen Widerstand. (Anders ist es, wie wir sahen, bei Entzündungen und Verdichtungen.) Bei der Exspiration dagegen kann die Blutfülle in den Capillaren sehr wohl einen directen Widerstand bilden; denn um das plus an Volumen, welches das überschüssige Blut einnimmt, kann die Lunge schwerer sich zusammenziehen, resp. durch die Exspirationsmusculatur comprimirt werden.

Ich bin freilich nicht im Stande, diese Anschauung durch directe Beweise zu stützen, glaube aber doch a priori, dass sie vieles für sich hat. Mit ihrer Zuhülfenahme lässt sich das pneumatometrische Ergebniss nicht nur bei Catarrhen, sondern, wie ich gleich hinzufügen will, auch bei manchen Herzkrankheiten einigermassen erklären.

Die pneumatometrischen Ergebnisse bei Bronchitis stehen in vollkommenem Gegensatz zu denen bei Phthisis; bei ersterer beobachten wir exspiratorische, bei letzterer anfänglich nur inspiratorische Insufficienz. Das Pneumatometer ist deshalb zur Differentialdiagnose zwischen Phthisis und Bronchitis in zweifelhaften Fällen von ausserordentlicher Wichtigkeit.

Die Beobachtung, dass beim einfachen Bronchialcatarrh bereits Exspirationsinsufficienz besteht, und die Erklärung, die ich für diese Thatsache zu geben versuchte, führen mich übrigens dahin, ein anschauliches Bild über das Entstehen des Emphysems zu entwerfen:

Wir sahen, dass bei der Bronchitis die Inspiration normal ist, die Exspiration insufficient. Die Inspiration wird demnach immer noch im Stande sein, Luft in die Alveolen einzuziehen, wogegen vermöge der insufficienten Exspiration das Ausstossen der Luft aus den Alveolen durch die verengerten Bronchiolen erschwert ist. Das vorhandene Athembedürfniss, unvermögend sich durch die Exspiration zu befriedigen, d. h. die kohlensäurehaltige Luft auszustossen, um reine atmosphärische dagegen einzutauschen, wird sich nun darin geltend machen, dass tiefere Inspirationen zur Zufuhr neuen Sauerstoffs ausgeführt werden. Die tieferen Inspirationen werden nun den Alveolen immer mehr Luft zuführen, welche sie wieder auszustossen insufficient sind. Auf diese Weise kommt es zu einer Erweiterung der Alveolen, also zur Alveolar-Ektasie. Das längere Zeit einer abnormen Ausdehnung ausgesetzte Lungenparenchym verliert nun aus diesem Grunde allmälig an Elasticität. Hört nun der Exspirationswiderstand, welcher in den verengerten Bronchien seinen Sitz hatte, auf, so ziehen sich trotzdem die ausgedehnten Alveolenwandungen nicht mehr in ihre normale Lage vollkommen zurück, weil sie an Elasticität eingebüsst haben. Hiermit bleibt also das Emphysem bestehen, auch nachdem der dasselbe bedingende Catarrh völlig geschwunden ist.

Beispiel.

Hm., Werkführer in einer Farben-Fabrik, 50 Jahre alt, leidet seit 6 Jahren im Frühjahr und Herbst, jetzt anhaltend seit 1 Jahr an heftigem Husten, der sich mehr und mehr verschlimmerte. Dyspnoë beim starken Husten und beim Steigen. Kräftig gebaute Brust. Normale Lungengrenzen. Percussion normal. Ueberall vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und hauptsächlich an den unteren Partien Rasseln.

Brustumfang 95 Ctm., derselbe erweitert sich bei tiefer Inspiration um 3 Ctm.

Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.
Inspirationszug 120 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

Asthma nervosum.

Einen ganz gleichen Effect wie die durch Bronchitis bedingte Verengerung der kleinsten Bronchien muss auch eine krampfhafte Verengerung der Bronchiallumina beim nervösen Asthma ausüben. Während des asthmatischen Anfalls besteht demnach gleichfalls eine Exspirationsinsufficienz, selbst unabhängig davon, ob bereits die Lungenelasticität gelitten hat oder nicht. Ist letzteres der Fall, und ist das Asthma, wie ja grösstentheils, mit Emphysem verbunden, dann treten die bei diesem her-

vorgehobenen Momente für das pneumatometrische Ergebniss in den Vordergrund.

Herzkrankheiten.

Bei den meisten Herzkranken, die ich untersuchte, fand ich die pneumatometrischen Werthe von der Norm abweichend. Bei Insufficienz der Mitralklappe und bei Stenosis ostii venosi sinistri beobachtete ich grösstentheils eine Insufficienz der Exspiration, derart, dass diese entweder die Inspiration nur um sehr wenig überragte oder meist unter den Werth derselben herabging. In vorgeschrittenen Fällen war auch die Inspiration insufficient, aber weniger als die Exspiration.

Bei Insufficienz der Aortenklappen fand ich meist normale oder annähernd normale Werthe, sobald nicht erhebliche Compensationsstörungen vorhanden waren. Waren diese letzteren eingetreten, so fand ich gewöhnlich sowohl Inspiration als Exspiration herabgesetzt. Die Zahl der von mir untersuchten Fälle ist jedoch zu gering, als dass ich aus meinen bisherigen Beobachtungen feste Regeln ableiten dürfte.

Das Gleiche gilt vom Fettherz. Auch hier fand ich in den wenigen von mir beobachteten Fällen sowohl die Inspiration als die Exspiration sehr wesentlich herabgesetzt; in einigen Fällen war die Exspiration grösser geblieben als die Inspiration, in anderen erstere noch mehr als letztere herabgesetzt.

Ich weiss mich vorläufig nicht im Stande, die pneumatometrischen Ergebnisse bei Herzkranken in massgebender Weise zu erklären.

Für die Herabsetzung der Exspirationskraft bei Insufficienz und Stenose der Mitralklappe steht mir kein anderer Erklärungsversuch zur Verfügung als der, den ich beim Bronchialcatarrh geltend machte, nämlich die Annahme, dass die Lungenhyperämie, die ja bei diesen Erkrankungen des Ostium venosum sinistrum fast regelmässig vorhanden ist, einen weit grösseren Widerstand für die Exspiration als für die Inspiration darbietet.

Ist Bronchitis oder Emphysem gleichzeitig vorhanden, so be-

einflussen diese natürlich das Ergebniss, und unter solchen Umständen ist die exspiratorische Insufficienz leicht aus der Complication zu erklären.

Eine Vergrösserung des Herzumfanges andererseits vermehrt den Widerstand für die Inspiration, indem der für die zu erweiternden Lungen disponible Thoraxraum verkleinert ist. Hieraus erklärt sich wohl manches pneumatometrische Resultat bei Kranken mit Hypertrophie und Dilatation eines oder mehrerer Herzabschnitte.

Sind Lungenblutungen in Folge des Herzleidens aufgetreten und bestehen Lungenverdichtungen in Folge hämorrhagischer Infarcte, so wirkt diese Complication, ähnlich wie jede Verdichtung des Lungengewebes, herabsetzend auf die Inspiration.

Es sind demnach bei Herzkranken eine Reihe von Momenten vorhanden, welche einerseits auf den Exspirationsdruck, andererseits auf den Inspirationszug herabsetzend wirken können. Ich habe jedoch den Eindruck, dass für eine Reihe nicht complicirter Fälle diese Momente nicht völlig ausreichen, um die oft sehr bedeutende Verkleinerung der pneumatometrischen Werthe zu erklären.

In anderen Fällen scheint es, als ob in Folge der Circulationsstörungen die Körpermusculatur gelitten hätte, und dass vielleicht die herabgesetzte Kraft der Athemmuskeln — welche in solchen Fällen, sei es dass es sich um Fettherz oder um Compensationsstörung des dilatirten und hypertrophischen Herzens handelt, gleich dem Herzmuskel selbst sich in theilweiser fettiger Degeneration befinden mögen — vornehmlich die Insufficienz der Inspiration sowohl wie der Exspiration bewirkt.

Ob auch die veränderten Druckverhältnisse im Circulationsapparat die pneumatometrischen Ergebnisse beeinflussen, muss ich vorläufig dahingestellt sein lassen.

Beispiele (vergl. auch den therapeutischen Theil).

1. Hn., Kanzleidiener, 65 Jahre alt. Insufficienz der Mitralklappe. Dauer des Leidens unbestimmt, wahrscheinlich schon seit Jahrzehnten; erst seit 4 Jahren stärkere Symptome. Seit 1 Jahre Dyspnoë, die in den letzten Monaten stark zugenommen hat. Puls sehr klein, eng,

unregelmässig, 84. Rechter Ventrikel nur wenig, linker Vorhof ziemlich stark erweitert, etwas auch der linke Ventrikel. Emphysem oder Catarrh nicht nachweisbar. Grosse Schwäche. Oedema pedum.

Inspirationszug in maximo 120 Mm.
Exspirationsdruck - - 44 -

2. Dr., Beamter, 40 Jahre alt. Insufficientia valvul. mitralis. Dauer des Leidens nicht bestimmt anzugeben; wie es scheint 15—20 Jahre. Puls ausserordentlich klein, leer, weich, 72. Herzdämpfung nach rechts ein wenig, mehr nach links oben erweitert. Die Lungen überdecken das Herz und sind auch an ihren unteren Grenzen über die Norm ausgedehnt. Ueberall leises vesiculäres Athmen und sparsames Pfeifen. Es besteht also gleichzeitig Emphysem. Fettbauch. Oedema pedum. Hochgradige Dyspnoë.

Vitale Lungencapacität 1800 Ccm.
Inspirationszug in maximo 44 Mm.
Exspirationsdruck - - 20 -

3. Zt., Lehrer, 46 Jahre alt. Stenosis ostii venosi sinistri. Seit 25 Jahren angeblich 5 Mal „Lungenentzündung". Seit der Jugend geringfügiges Hüsteln, seit 5—6 Wochen stärker. Seit 4 Jahren Dyspnoë und Herzklopfen. Puls sehr eng, sehr klein, geschlängelt, mässig gespannt, 84. Herzdämpfung sowohl nach rechts wie nach links, besonders links oben stark erweitert. Präsystolisches Aftergeräusch. An beiden oberen Lungenspitzen geringe Dämpfung. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und etwas Rasseln. Kräftige Constitution. Guter Ernährungszustand.

Vitale Lungencapacität 2600 Ccm.
Inspirationszug 90 Mm.
Exspirationsdruck 100 -

4. Hf., Kaufmann, 54 Jahre alt. Insufficienz der Aortenklappen mit starker Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels. Vor 2 Jahren wurde das Leiden bereits constatirt; wie lange es besteht, ungewiss. Vor ¾ Jahren Oedem und Ascites; wieder geschwunden. Desgleichen vor 2 Monaten. Noch jetzt geringes Oedema pedum und unbedeutender Ascites. Hochgradige Dyspnoë. Sehr kräftige Constitution.

Inspirationszug 70 Mm.
Exspirationsdruck 80 -

5. Str., Kaufmann, 46 Jahre alt. Cor adiposum. Ursprünglich sehr kräftige Constitution mit Neigung zur Fettbildung. Sehr kräftig gebauter Thorax. Fettbauch. Seit 2 Monaten starke Dyspnoë. Puls mässig voll, ausserordentlich wenig gespannt, 96. Herztöne rein, aber ausserordentlich schwach, über der Aorta kaum hörbar. Lungen haben normale Grenzen, überdecken nicht das Herz. Ueberall reines leises vesiculäres Athmen. Urin klar, gelb, enthält etwas Albumen. (Ein Viertel Jahr später tritt der Tod ein.)

Vitale Lungencapacität 1400 Ccm.
Inspirationszug in maximo 30 Mm.
Exspirationsdruck - - 52 -

Affectionen des Abdomen.

Das Abdomen ist bei der Athmung sehr wesentlich betheiligt, einerseits indem es für die Excursionen des Zwerchfells Raum geben muss, andererseits indem seine Musculatur bei der Exspiration ganz vorzugsweise betheiligt ist. Hieraus ist schon a priori zu folgern, dass gewisse Abdominalaffectionen nicht ohne Einfluss auf die Ergebnisse der Pneumatometrie bleiben können.

Schmerzhafte Processe im Abdomen, namentlich in der Nähe der Bauchmuskeln, müssen hauptsächlich die Exspiration hindern oder eine forcirte Exspiration überhaupt völlig unmöglich machen. Dagegen werden schmerzhafte Affectionen dicht unterhalb des Zwerchfells, z. B. an der Leber, ausser der Exspiration auch die Inspiration wesentlich hemmen.

Am meisten in Betracht kommen Tumoren des Abdomen. Indem diese den Raum der Unterleibshöhle beschränken, setzen sie einer weiteren Compression derselben, wie sie als Wirkung der exspiratorischen Bauchpresse auftritt, einen Widerstand entgegen. Bei der Inspiration dagegen tritt zwar auch durch das Herabtreten des Zwerchfells eine Raumbeschränkung im Abdomen ein, aber diese kann sich durch Hervorwölben der vorderen Bauchwand wieder ausgleichen. Die Unterleibstumoren bilden also hauptsächlich Exspirations-Widerstände und müssen demgemäss, wenn sie beträchtlich genug sind, die Exspiration insufficient machen. Tumoren in der Nähe des Zwerchfells werden indessen nicht minder der Contraction des letzteren und somit auch der Inspiration Widerstände entgegensetzen.

In gleicher Weise werden Adhäsionen im Abdomen sowohl auf die Exspiration wie auf die Inspiration als Widerstände wirken können, insoweit sie die Verschiebung der Eingeweide gegen einander bei der Contraction der Bauchmuskeln oder beim Herabsteigen des Zwerchfells zu beeinträchtigen vermögen.

Diese theoretischen Betrachtungen haben in einer Reihe von Fällen, welche Eichhorst[1]) publicirte, ihre praktische Bestätigung gefunden.

Eichhorst fand zunächst, dass die Gravidität stets die Exspiration insufficient mache. Das gleiche Verhalten beobachtete er bei anderen Abdominaltumoren und bei schmerzhaften Bauchaffectionen, so in einem Falle von schmerzhaftem Carcinoma hepatis, in einem Falle von Lebercirrhose im ersten Stadium mit starkem Milztumor, endlich in zwei Fällen von schmerzhaftem peritonitischem und parametritischem Exsudat. Bei den schmerzhaften Processen fand sich auch die Inspiration unter die Norm herabgesetzt, aber die Exspiration war noch unter das Maass der insufficienten Inspiration herabgegangen. Uebrigens erscheint auch in einigen Fällen von Graviditas die Inspiration gleichfalls insufficient, aber weniger als die Exspiration.

Beispiele von Eichhorst.

Graviditas. Wir entnehmen den mitgetheilten 14 Fällen nur die folgenden:

1. Dienstmädchen, 28 Jahre alt. Gravida im 10. Monat. I para.
   Inspirationszug 65 Mm.
   Exspirationsdruck 48 -
2. Arbeitsfrau, 39 Jahre alt. Gravida im 6. Monat. VII para.
   Inspirationszug 66 Mm.
   Exspirationsdruck 21 -
3. Arbeitsfrau, 26 Jahre alt. Gravida im 7. Monat. II para.
   Inspirationszug 36 Mm.
   Exspirationsdruck 11 -
4. Arbeitsfrau, 26 Jahre alt. Gravida im 8. Monat. III para.
   Inspirationszug 24 Mm.
   Exspirationsdruck 20 -

In den letzten beiden Fällen ist entschieden nicht nur die Exspiration, sondern auch die Inspiration insufficient, wenn auch in geringerem Grade als erstere.

5. Sehr schmerzhaftes Lebercarcinom, welches den grösseren Theil der rechten Abdominalhälfte einnimmt, bei einer 68jährigen Frau.
   Inspirationszug 26 Mm.
   Exspirationsdruck 18 -

---

1) a. a. O.

6. Schmerzhaftes peritonitisches Exsudat der Regio inguinalis superior sinistra in Folge eines Trauma bei einer 33jährigen Arbeiterfrau.

Inspirationszug	60 Mm.,	nach	13 Tagen	23 Mm.
Exspirationsdruck	18 -	-	13 -	17 -

7. Sehr schmerzhaftes umfangreiches parametritisches Exsudat bei einem 18jährigen Dienstmädchen.

Inspirationszug	46 Mm.,	nach	4 Wochen	47 Mm.
Exspirationsdruck	17 -	-	4 -	34 -

8. Lebercirrhose im ersten Stadium bei einem 30jährigen Schuhmacher. Leberdämpfung reicht von der vierten Rippe bis zum Nabel. Die Milz nimmt fast die ganze linke Abdominalhöhle ein.

Inspirationszug 72 Mm.
Exspirationsdruck 40 -

Ich selbst beobachtete folgenden Fall, der gleichfalls das oben Dargelegte bestätigt.

Pl., Maschinenbauer, 57 Jahre alt. Seit einigen Jahren allmälige Abnahme der Kräfte, seit 3 Monaten vollkommene Appetitlosigkeit, viel Aufstossen, zuweilen Erbrechen, Druck und schmerzhaftes Gefühl in der Magengegend, Beklemmung beim Athmen, Stuhl retardirt, Abmagerung, grosse Mattigkeit. Die Untersuchung ergiebt einen auf Druck leicht schmerzhaften, der Bauchwand anliegenden, harten Tumor im Epigastrium, der bis in die Nähe des Nabels hinabreicht und höchst wahrscheinlich vom linken Leberlappen ausgeht. Auch der ganze rechte Leberlappen ist intumescirt, aber weniger als der linke. Die Diagnose wurde auf Carcinoma hepatis gestellt, wahrscheinlich secundär nach einem Carcinoma ventriculi. Lungen nicht abnorm.

Inspirationszug 120 Mm.
Exspirationsdruck 52 -
Vitale Lungencapacität 2750 Ccm.

Treten bei Schwangeren noch andere Affectionen auf, welche die pneumatometrischen Werthe ihrerseits gleichfalls beeinflussen, so kann das Endergebniss ziemlich complicirt werden. Von besonderem Interesse möchte ein von mir beobachteter Fall sein, in welchem eine Gravida an Pleuritis litt. Hier überwog trotz der Gravidität das durch die Pleuritis gesetzte Inspirations-Hinderniss. (Der Fall wird im therapeutischen Theil ausführlich mitgetheilt werden.)

Abnorme Anfüllung des Magens und der Gedärme durch überreichlich genossene Speisen und Getränke können, eben so wie Tumoren, Widerstände für die Exspiration und in gerin-

gerem Maasse auch für die Inspiration darbieten. Deshalb vermeide man die pneumatometrische Untersuchung unmittelbar nach reichlicher Mahlzeit, weil dadurch Fehlerquellen für die Beurtheilung geschaffen werden können.

Muskelatrophie und Lähmung.

Atrophie der gesammten Körpermusculatur muss naturgemäss sowohl die Inspirations- als die Exspirationskraft herabsetzen. Atrophie, die sich nur auf gewisse Muskelgruppen beschränkt, wird diejenige Phase der Athmung beeinträchtigen, für welche die atrophischen Muskeln functioniren. Bei der progressiven Muskelatrophie wird hauptsächlich die Inspiration insufficient werden, in so weit gewöhnlich die Affection vornehmlich die Brustmuskeln betrifft; schreitet die Atrophie auch auf Muskeln, welche der Exspiration dienen, fort, so wird auch diese beeinträchtigt, bis zuletzt so vollständige Athmungs-Insufficienz eintritt, dass das Leben dabei nicht bestehen kann.

Eine gleiche Wirkung wie die Muskelatrophien müssen Lähmungen haben, welche das Gebiet der Ein- und Ansathmungsmuskeln berühren.

Ich hatte Gelegenheit einen eclatanten Fall von Bulbär-Paralyse (Glosso-Palato-Labial-Paralyse) combinirt mit progressiver Muskelatrophie des Rumpfs und der oberen Extremitäten zu beobachten und manometrisch zu untersuchen.

Frl. Lv., 22 Jahre alt. Seit ca. 1 Jahr allmälig sich einstellende näselnde Sprache, die später mehr und mehr in eigenthümlicher Weise unverständlich wird. Patientin vermag die Lippen nicht vollkommen zu schliessen, zu pfeifen, Licht auszublasen etc.; auch das Ausspeien fällt schwer. Beim Schlucken kommen die Speisen durch die Nase zurück. Dabei zunehmende Athembeschwerden, grosse Schwäche im Rumpf und in den oberen Extremitäten, Patientin vermag den Kopf nicht festzuhalten. Das Velum ist total gelähmt (Stimmbänder fungiren normal); Zunge atrophisch, zittert beständig, folgt nicht dem Willensimpuls. Mund- und Pharynxhöhle mit zähem Speichel bedeckt, Schleimhaut geröthet. Pectorales sehr abgemagert, links mehr als rechts; fibrilläre Zuckungen. Cucullares und Rumpfmuskeln gleichfalls abgemagert, rechts mehr als links.

Beide Arme gleichfalls atrophisch. Untere Extremitäten scheinen normal. (Ca. 6 Wochen später erfolgt der Tod durch Athmungsinsufficienz.)

Inspirationszug in maximo 20 Mm.
Exspirationsdruck - - 20 -

Wenn ich die Kranke statt inspiriren aus dem Mundstück des Manometers aspiriren liess, so konnte Patientin das Quecksilber auch nur mit Mühe auf 60 Mm. heraufziehen. Zu bemerken hierbei ist übrigens, dass Patientin auch nicht im Stande war, mit ihren Lippen das Mundstück so fest zu umfassen, dass ein luftdichter Verschluss entstand.

Andere Erkrankungen.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass mit den speciell aufgeführten Krankheiten die Reihe derjenigen noch nicht geschlossen ist, welche einen Einfluss auf die pneumatometrischen Druck- und Zugwerthe äussern. Namentlich scheint es mir von Wichtigkeit zu untersuchen, in welcher Weise der fieberhafte Process als solcher wirkt. Dass er mindestens die Kraft der In- und Exspirationsmusculatur an sich herabsetzen wird, ist wohl mit Sicherheit anzunehmen; ob er nicht noch in anderer Weise wirkt, wäre zu untersuchen.

Die Beobachtungen, welche Perls[1]) an Leichen machte, legen die Möglichkeit nahe, dass gewisse Affectionen die Lungenelastacität direct beeinträchtigen und zwar durch eine der anatomischen Untersuchung bisher entgangene oder ihr überhaupt nicht zugängliche krankmachende Einwirkung auf das Lungenparenchym und speciell auf das elastische Gewebe desselben. So fand Perls bei einem an Phosphorvergiftung, bei 5 an Ileotyphus und bei 1 an diphtheritischer Cystitis Gestorbenen die Lungenelasticität an der Leiche auffallend gering, obgleich locale Lungen- oder Pleura-Affectionen nicht zugegen waren. In dem Falle von Phosphorvergiftung betrug die elastische Druckkraft in der Leiche, welche für Gesunde, wie wir sahen[2]), auf circa 80 Mm. geschätzt wird, nur 11 Mm., bei einem Typhusfalle sogar

1) a. a. O.
2) Vergl. S. 56.

nur 5 Mm., bei zwei Typhusfällen je 12 Mm., bei den beiden übrigen 25 resp. 36 Mm.

Es wäre von grossem Interesse, nach dieser Richtung hin pneumatometrische Versuche an Lebenden anzustellen; möglich, dass sich ganz neue wichtige Gesichtspunkte hierbei eröffnen.

Nach den im Vorstehenden dargelegten Thatsachen, welche eine vollkommene Harmonie zwischen Theorie und Praxis bekunden, scheint es mir überflüssig, die Bedeutung und den Werth der Pneumatometrie für die medicinische Praxis noch besonders hervorheben zu wollen. Genug, wir haben ein neues diagnostisches Hülfsmittel gewonnen, welches uns über Zustände, die theilweise anderen Untersuchungsmethoden unzugänglich sind, aufklärt und zwar in der exactesten Weise, in durch Zahlen ausdrückbaren Werthen. Wir sind durch die Pneumatometrie um eine neue, wirklich physicalische Untersuchungsmethode bereichert, welche den übrigen physicalischen Methoden der Diagnostik sich ebenbürtig an die Seite stellen darf. Sie beansprucht keine Bevorzugung vor den übrigen längst eingebürgerten diagnostischen Hülfsmitteln, aber eben so wenig hat man fortan das Recht, sie gegen dieselben zurückzusetzen. Alle Hülfsquellen sind zu benutzen, die zu einer genau individualisirenden, exacten Diagnose hinführen, und wer die Schwierigkeit einer solchen kennt, wird jede diesem Zwecke dienende Bereicherung zu würdigen wissen und — was die Hauptsache, trotz mancherlei Unbequemlichkeiten sich gern aneignen wollen.

II. Die Spirometrie.

Ich habe nicht die Absicht, die Lehre von der Spirometrie irgend wie erschöpfend darzustellen. Nach der grundlegenden Arbeit des hochverdienten Erfinders der Spirometrie, Hutchinson[1]), den darauf folgenden prüfenden und ergänzenden werthvollen Bearbeitungen von Gustav Simon[2]), Fabius[3]), Schneevogt[4]) u. A. und den einen gewissen Abschluss herbeiführenden vorzüglichen Leistungen von Wintrich[5]) und Arnold[6]), wäre eine bessere Darstellung des Gegenstandes kaum möglich und deshalb ein erneuter Versuch dazu fast überflüssig. Ich will mich deshalb auf

---

1) John Hutchinson: Von der Capacität der Lungen und von den Athmungsfunctionen etc. Aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Dr. Samosch. Braunschweig 1849. Vieweg. — Hutchinson liess seine Arbeit zuerst in der Londoner ärztlichen Gesellschaft am 28. April 1846 verlesen.

2) Gustav Simon: Ueber die Menge der ausgeathmeten Luft bei verschiedenen Menschen. Giessen 1848.

3) Fabius: De spirometro ejusque usu. Dissert. Amsterdam 1853. — Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge. Band 4.

4) Schneevogt: Ueber den praktischen Werth des Spirometers. Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge. Band 5.

5) Wintrich: Krankheiten der Respirationsorgane. Band V. erste Abtheilung von Virchow's Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie. Erlangen 1854. Ferdinand Enke.

6) Friedr. Arnold: Ueber die Athmungsgrösse des Menschen. Ein Beitrag zur Physiologie und zur Diagnostik der Krankheiten der Athmungsorgane. Heidelberg 1855. Mohr.

einige praktische Bemerkungen beschränken, die sich als Resultate aus meinen langjährigen Beobachtungen ergeben.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Spirometrie sich nicht der allgemeinen Verbreitung erfreut, welche sie nach den bisher veröffentlichten Untersuchungen zu verdienen scheint, dass sie als diagnostisches Hülfsmittel bei den wissenschaftlichen Aerzten, in Krankenhäusern und selbst in Kliniken sehr wenig in Gebrauch ist, und dass sogar diejenigen, denen die Pflege und Erweiterung der medicinischen Diagnostik ganz besonders am Herzen liegt, und die deshalb die Spirometrie als neues Hülfsmittel mit Freuden annahmen, sich mit der Zeit allmälig mehr und mehr von ihr abgewendet haben. Ich selbst war nahe daran, dass es mir ähnlich erging, bis ich durch die Untersuchungen der letzten Jahre, namentlich die therapeutischen, die mich in eine neue Richtung lenkten, auch der Spirometrie eine besondere Seite abgewann, welche ihre hohe Wichtigkeit ausser Frage stellte.

Woran liegt es, so muss man füglich fragen, dass eine Methode, die so ausserordentlich einfach ist und keiner besonderen Einübung von Seiten des Arztes oder des Patienten bedarf, die ferner von Männern der Wissenschaft, wie namentlich Wintrich, als im hohen Grade werthvoll so warm empfohlen wurde, dennoch so wenig Verbreitung gefunden oder einen bereits vorhandenen Ruf wieder eingebüsst hat? Die Schwierigkeit, mit der jede Neuerung zu kämpfen hat, kann nur theilweise dies erklären. Es liegen entschieden tiefere Gründe vor, die ich aufdecken möchte.

Ehe der Arzt sich entschliesst, zu seinem vorhandenen, bereits schwer genug wiegenden Instrumenten-Apparat noch einen neuen hinzuzufügen, auf die Untersuchung des Kranken, die so schon Zeit genug in Anspruch nimmt, noch fernere Zeit für eine neue Exploration zu verwenden, muss er erst die Ueberzeugung gewonnen haben, dass der neue Aufwand auch der Mühe verlohnt, dass das Resultat der neuen Untersuchungsmethode auf die Diagnose, Prognose und Therapie einen wesentlichen Einfluss übt. Ob und bis zu welchem Grade dies mit der Spirometrie der Fall ist, wollen wir in Folgendem untersuchen.

Die bisherigen Beobachtungen über Spirometrie und der gegenwärtige Stand dieser Methode.

Das Spirometer misst bekanntlich die vitale Lungencapacität, d. h. das Quantum Luft, welches die Lungen von ihrer äussersten Exspirationsstellung bis zur tiefsten Inspiration in sich aufzunehmen vermögen. Nicht gemessen bleibt die Residualluft, d. h. dasjenige Luftquantum, welches auch nach der forcirten Exspiration noch in den Lungen verbleibt. Die vitale Lungencapacität setzt sich zusammen aus 1) der Reserve-Luft, d. h. derjenigen Luftmenge, welche nach der gewöhnlichen flachen Exspiration bis zur forcirten tiefsten Exspiration aus den Lungen entweicht; 2) der Respirationsluft, d. h. derjenigen Luftmenge, welche der gewöhnlichen flachen Ein- und Ausathmung dient, und 3) der Complementärluft, d. h. derjenigen Luftmenge, welche von der gewöhnlichen Inspiration bis zur möglichst tiefsten Inspiration die Lungen noch in sich aufzunehmen im Stande sind.

Auf die Beschreibung des Hutchinson'schen und ähnlicher Spirometer verzichte ich, weil ich dies als bekannt voraussetzen darf, ebenso auf die Details der Untersuchung.

Ich benutzte früher das Spirometer von Phöbus. Dasselbe ist sehr verbreitet, hauptsächlich deshalb, weil es sich durch Einfachheit und unverhältnissmässig viel grössere Wohlfeilheit vor dem Hutchinson'schen Spirometer auszeichnet.

Später, als ich meine Untersuchungen mit dem pneumatischen Apparat anstellte, kam ich zu dem Ergebniss, dass das Phöbus'sche Spirometer für genaue Messungen unbrauchbar ist. Dasselbe besteht bekanntlich aus zwei cylinderförmigen Gefässen, von denen das eine, mit einer Cubikcentimeter-Skala dem Rauminhalt entsprechend versehen, den Boden nach oben, in das andere hineingestülpt ist. An dem Boden, resp. der Decke des inneren Gefässes ist eine Oeffnung, welche durch einen Schlauch mit dem Mundstück in Verbindung steht. Der innere Cylinder ist nicht durch Gewichte äquilibrirt; hierauf beruht die Vereinfachung und zugleich die Fehlerhaftigkeit des Phöbus'schen Spirometers.

Wägungen und Messungen an dem Phöbus'schen Spirometer, welches ich besitze, ergaben, dass das Gewicht des inneren Cylinders 1 Pfund beträgt, und dass der Druck einer Atmosphäre auf die Oberfläche des-

selben auf ca. 350 Pfund sich berechnet. Die Luft im inneren Cylinder steht demnach dauernd unter einem Ueberdrucke von ca. $^1/_{350}$ Atmosphäre; also um so viel wird sie durch das Gewicht des Cylinders comprimirt.

Stellt man nun spirometrische Messungen an, so hat der zu Untersuchende den Ueberdruck des Cylinders, also $^1/_{350}$ Atmosphärendruck, zu überwinden, oder mit anderen Worten er exspirirt in comprimirte Luft.

Nun werden wir später sehen, dass bei der Exspiration in comprimirte Luft ein geringeres Luftquantum ausgeathmet wird, als bei normalem Atmosphärendruck. Die am Phöbus'schen Spirometer erhaltenen Werthe sind demnach zu klein.

Freilich ist nun für gesunde, kräftige Menschen ein Ueberdruck von $^1/_{350}$ Atmosphäre so geringfügig, dass die Differenz, um welche das Resultat zu klein ausfällt, nur unbedeutend ist. Anders dagegen verhält es sich bei Kranken, deren Athemkraft gelitten hat, und bei denen das Ueberwinden eines Ueberdruckes von $^1/_{350}$ Atmosphäre schon sehr wesentlich das Endergebniss modificirt.

Hierzu kommt noch, was kaum zu vermeiden ist, dass sich auch eine grössere oder kleinere Quantität Wasser auf dem Deckel des inneren Cylinders befindet. Das Gewicht dieses Wassers muss zu dem des Cylinders hinzuaddirt werden, und hierdurch wird thatsächlich der zu überwindende Ueberdruck noch grösser, als angegeben ist.

Ich kann demnach das Phöbus'sche Spirometer und andere ähnliche, bei denen der Cylinder nicht äquilibrirt ist, zu genauen Untersuchungeu nicht empfehlen[1]).

Wer im Besitze meines pneumatischen Apparats ist, kann denselben sehr zweckmässig als Spirometer benutzen, indem er an die Schnüre des Apparats so viele Gewichte anhängt, als der innere Cylinder wiegt, meist 10 Pfund. Ich that dies von Anfang an. Nun besass aber der ursprüngliche Apparat nur eine Scala nach Centimetern, und jedem Centimeter Cylinderhöhe entsprechen 573 Ccm. Rauminhalt, so dass immer eine Multiplication nothwendig war. Später liess ich, um Berechnungen zu vermeiden und um feinere Differenzen ablesen zu können, eine genaue Spirometer-Scala mit Abtheilungen von 100 zu 100 Ccm. anfertigen. Dadurch entspricht der Apparat dem vollkommensten Spirometer, und ist das An-

1) Ich sehe hierbei ab von den — ich weiss nicht, ob häufig, oder selten vorkommenden — Fehlern in der Scala, die nicht dem Autor, sondern dem Mechaniker zur Last fallen. Ein Spirometer z. B., welches ich genau ausmass, und dessen Inhalt ich berechnete, zeigte eine vollkommen fehlerhafte Scala. Ich fürchte, dass hier nicht etwa eine Ausnahme vorlag, und möchte den Herren Collegen empfehlen, ihre Instrumente, bevor sie dieselben in Gebrauch nehmen, erst auf ihre Richtigkeit zu prüfen, d. h. den Rauminhalt zu berechnen und diese mit der Scala zu vergleichen.

schaffen eines anderen Spirometers für denjenigen, der den pneumatischen Apparat besitzt, vollkommen überflüssig. Auf die nähere Beschreibung komme ich später eingehend zurück.

Die vitale Lungencapacität wird gemessen, indem die betreffende Person vor dem Spirometer, nachdem dasselbe mit Wasser gefüllt ist, stehend aus freier Luft möglichst tief inspirirt, darauf das Mundstück luftdicht mit den Lippen umschliesst und langsam so lange hinein ausathmet, wie ihr dies überhaupt mit Anstrengung aller Kräfte möglich ist. Es wird sodann an der Scala abgelesen, wie hoch der innere Cylinder aus dem äusseren sich emporgehoben hat. Die abzulesende Zahl bezeichnet das Maass der vitalen Lungencapacität. Will man sehr exact verfahren, so hat man diese Zahl noch nach der Temperatur und dem Barometerstand einer Regulation zu unterwerfen; für die gewöhnlichen Untersuchungen halte ich jedoch diese Vorsicht für überflüssig, weil die dadurch verursachten Differenzen zu klein sind, um auf das für die Diagnostik verwerthbare Resultat einen massgebenden Einfluss zu üben.

Die Grösse der vitalen Lungencapacität bei einem gesunden Menschen hängt von verschiedenen wesentlichen Factoren ab:

1. Das wichtigste Moment, hierin stimmen alle Autoren überein, ist die Körpergrösse, und zwar erhält man einen richtigeren Maassstab der Beurtheilung, wenn man die gesammte Körperhöhe in Anrechnung bringt (Hutchinson, G. Simon, Wintrich, Arnold), als wenn man nur die Rumpfhöhe misst (Fabius).

Die Berechnungen der einzelnen Autoren weichen indessen ziemlich wesentlich von einander ab:

Hutchinson kommt zu dem Resultat, dass für jeden Zoll Höhe über 5 Fuss je 8 Cubikzoll Luft mehr exspirirt werden; oder, nach dem Metermaass umgerechnet, mit je 2,5 Ctm. Körpergrösse über 152 Ctm. wächst die vitale Lungencapacität um ca. 131 Ccm. Der mittlere Werth der vitalen Lungencapacität

für eine Körperhöhe von 5 engl. Fuss = 152 Ctm. beträgt nach Hutchinson 174 Cubikzoll = ca. 2800 Ccm.

G. Simon fand bei seinen Untersuchungen an gesunden Männern für eine Körpergrösse von 154,5—157 Ctm. eine mittlere vitale Lungencapacität von 2300 Ccm. und eine mittlere Steigerung von 150 Ccm. für weitere je 2,5 Ctm. Körperhöhe.

Arnold berechnet das Verhältniss der vitalen Capacität zur Körpergrösse nicht nur aus seinen eigenen zahlreichen Untersuchungen, sondern nimmt auch die Tabellen von Hutchinson und G. Simon zu Hülfe. Nach sehr sorgfältiger Schätzung kommt er zu dem Resultat, welches wir als das der Wahrheit am nächsten stehende, weil aus der grössten Zahl von Beobachtungen geschöpft, bezeichnen müssen: Einer Körpergrösse von 154,5 bis 157 Ctm. (= ca. 4 Fuss 11 Zoll bis 5 Fuss) entspricht eine mittlere vitale Lungencapacität von 2700 Ccm.; mit je 2,5 Ctm. Steigerung der Körpergrösse wächst die vitale Lungencapacität um 150 Ccm.

Folgende kleine Tabelle nach Arnold stellt somit die mittleren Werthe für gesunde Männer dar[1]):

Einer Körpergrösse von	entspricht eine mittlere vitale Lungencapacität von
154,5—157 Ctm.	2700 Ccm.
157 —159,5 -	2850 -
159,5—162 -	3000 -
162 —164,5 -	3150 -
164,5—167 -	3300 -

1) Wer noch nicht an die neuen Maasse sich gewöhnt hat, kann nach dem alten Maasse sich annähernd die Werthe folgendermaassen berechnen: Einer Körpergrösse von 5 Fuss entspricht eine vitale Lungencapacität von 2700 Ccm. Auf jeden Zoll Grösse über 5 Fuss kommt ein Zuwachs von ungefähr 150 Ccm. (genauer 156 Ccm.) an vitaler Lungencapacität. Daraus folgt: Man berechne die der Norm entsprechende vitale Lungencapacität eines Mannes, indem man die Zahl der Zolle, die er über 5 Fuss gross ist, mit 150 multiplicirt und das Product zu 2700 addirt; z. B. entspricht einer Grösse von 5 Fuss 2 Zoll eine vitale Lungencapacität von 2700 + 2 . 150 = 3000 Ccm; einer Grösse von 5 Fuss 5 Zoll eine vitale Lungencapacität von 2700 + 5 . 150 = 3450 Ccm.

Einer Körpergrösse von	entspricht eine mittlere vitale Lungencapacität von
167 —169,5 Ctm.	3450 Ccm.
169,5—172 -	3600 -
172 —174,5 -	3750 -
174,5—177 -	3900 -
177 —179,5 -	4050 -
179,5—182 -	4200 -
182 —184,5 -	4350 -

In ganz anderer Weise berechnet Wintrich die vitale Lungencapacität. Derselbe sucht einen Coefficienten zu gewinnen, welcher, mit der Körpergrösse multiplicirt, die mittlere vitale Lungencapacität angiebt. Er kommt zu dem Schlusse, dass bei gesunden Männern von 20—40 Jahren auf je 1 Ctm. Grösse 22—24 Ccm. Exspirationsluft kommen. Bringen wir dieses Resultat in eine Tabelle, so erhalten wir:

Einer Körpergrösse von	entspricht eine vitale Lungencapacität von
155 Ctm.	3410—3720 Ccm.
160 -	3520—3840 -
165 -	3630—3960 -
170 -	3740—4080 -
175 -	3850—4200 -
180 -	3960—4320 -

Die Differenz zwischen diesen Resultaten und denen von Arnold springt in die Augen. Bei Wintrich sind die Werthe für relativ kleine Personen bei weitem höher, als bei Arnold; die Steigerung der vitalen Lungencapacität mit der Körpergrösse ist dagegen bei Wintrich wesentlich kleiner; nur bei sehr grossen Personen (170—180 Ctm. Grösse) besteht eine gewisse Harmonie zwischen den Zahlen beider Autoren.

Da von Seiten Arnold's sehr sorgfältige tabellarische Uebersichten vorliegen, nach denen er seine und anderer Autoren Einzel-

untersuchungen berechnet hat, so müssen wir vorläufig den Schlussfolgerungen Arnold's den Vorzug geben. Vielleicht wenn Wintrich seine Tabellen, die nicht publicirt sind, im Sinne der Arnold'schen Berechnung revidirte, oder die Gesammtsumme der bisherigen Beobachtungen zusammengestellt würde, wäre es möglich, dass eine grössere Harmonie zwischen beiden Autoren zu Stande komme, als es den Anschein hat.

2. Brustumfang und Brustbeweglichkeit. Entgegen Hutchinson und Wintrich hält Arnold (mit Simon und Fabius) den bedeutsamen Einfluss, welchen der Brustumfang und die Beweglichkeit der Brust auf die vitale Lungencapacität ausüben, aufrecht und belegt seine Behauptung — die auch a priori wahrscheinlich ist — in unwiderleglicher Weise durch Zahlen. Die vitale Lungencapacität nimmt in steigender Progression zu mit dem Brustumfang und der Brustbeweglichkeit. Die vitale Capacität beträgt nach Arnold bei 65 Ctm. Brustumfang (auf der Höhe der Brustwarzen gemessen) im Mittel 2580 Ccm. und steigt um je 150 Ccm. mit je 2,5 Ctm. Zunahme des Brustumfangs. Beispielsweise entspricht demnach einem Brustumfang von 70 Ctm. eine vitale Capacität von 2580 + 2 . 150 Ccm. = 2880 Ccm.

Die Brustbeweglichkeit ihrerseits wächst ganz besonders mit der Körpergrösse uud in geringerem Maasse auch mit dem Brustumfang; ihr Einfluss auf die vitale Lungencapacität resultirt demnach schon aus dem Effect der ersten beiden Factoren.

Arnold entwirft eine Tabelle — und zwar eine für Männer, eine andere für Frauen —, in welcher der Werth der vitalen Lungencapacität als Product der Körpergrösse und des Brustumfangs dargestellt wird. Die Tabelle zeigt die progressive Steigerung bei je 1 Ctm. Zuwachs einerseits der Körpergrösse von 154 bis 191 Ctm., andererseits des Brustumfangs von 65—100 Ctm.

Ich reducire in Folgendem Arnold's Tabelle für Männer auf eine Progression von je 5 Ctm.

Körperhöhe. Ctm.	65	70	75	80	85	90	95	100
	Centimeter Brustumfang.							
155	2640	2790	2940	3090	3240	3390	3540	3690
160	2790	2940	3090	3240	3390	3540	3690	3840
165	2940	3090	3240	3390	3540	3690	3840	3990
170	3090	3240	3390	3540	3690	3840	3990	4140
175	3240	3390	3540	3690	3840	3990	4140	4290
180	3390	3540	3690	3840	3990	4140	4290	4440
185	3540	3690	3840	3990	4140	4290	4440	4590
190	3690	3840	3990	4140	4290	4440	4590	4740

Wie sehr auch Arnold's Tabelle den physiologischen Verhältnissen entspricht und einen wichtigen Einblick in die Bedingungen, welche auf die Grösse der vitalen Lungencapacität einwirken, gewährt, so wenig geeignet halte ich sie dennoch, um der Diagnostik zu Grunde gelegt zu werden. Der Brustumfang bei Personen, die an den Respirationsorganen leiden, oder oft sogar schon solchen, die dazu disponirt sind, ist ein pathologischer Factor, und die Benutzung jener Tabelle setzt nothwendigerweise rein physiologische Factoren voraus. Bei paralytischem Thorax, sowohl bei Disposition zur Phthisis als ganz besonders bei bereits ausgebildeter, ist der Brustumfang gegen die Norm zu klein, bei Emphysem hinwiederum zu gross. Legt man nun den pathologischen Brustumfang der Berechnung zu Grunde, so ist es unmöglich, dass das Resultat einen Maassstab für das normale Verhalten der betreffenden Person abgebe. Es ist deshalb entschieden vorzuziehen, zu diagnostischen Zwecken den Brustumfang ganz aus der Berechnung zu lassen und nur die Körpergrösse — abgesehen von den weiter zu erörternden Factoren — zu berücksichtigen.

Das Körpergewicht, worauf Hutchinson einigen Werth legte, kommt nach den Resultaten von Wintrich und Arnold für die vitale Lungencapacität nicht in Betracht.

3. Das Geschlecht, hierin stimmen alle Autoren überein, ist von der wesentlichsten Bedeutung für die Athmungsgrösse.

Frauen haben eine bei weitem geringere vitale Lungencapacität als Männer gleicher Grösse und gleichen Alters.

Während Wintrich bei Männern die vitale Lungencapacität zu 22—24 Ccm. auf je 1 Ctm. Körpergrösse schätzt, kommen nach ihm beim Weibe nur 16—17,5 Ccm. auf 1 Ctm.

Arnold fand gleichfalls, dass die Zunahme der Lungencapacität mit der Körperhöhe beim Weibe nur ⅔ derjenigen beim Manne, d. h. 100 Ccm. auf je 2,5 Ctm. Körpergrösse (statt 150 Ccm. beim Manne) beträgt. Den mittleren Werth der weiblichen Lungencapacität bei 144 Ctm. Körpergrösse schätzt Arnold auf 2000 Ccm., bei 154 Ctm. auf 2200 Ccm. gegen 2700 Ccm. beim Manne.

Auch nach meinen eigenen Beobachtungen kann man im Durchschnitt die vitale Lungencapacität beim Weibe auf ⅔ bis höchstens ¾ derjenigen des Mannes veranschlagen. Während die Capacität bei Männern mittlerer Grösse im Allgemeinen meist zwischen 3000—4000 Ccm. schwankt, bewegt sich beim Weibe dieser Werth zwischen 2000 bis 3000 Ccm.

4. Nicht minder wichtig ist das Alter. Alle Autoren stimmen darin überein, dass die vitale Lungencapacität vom 15. (resp. 20.) bis zum 35. (Hutchinson, Arnold) oder nach Wintrich bis zum 40. Lebensjahre steigt und im späteren Lebensalter sinkt. Nach Arnold beträgt die Steigerung in der ersten Periode etwa 160 Ccm., der Abfall bis zum 65. Jahre ca. 900 Ccm. Im Greisenalter sinkt die Athmungsgrösse auf ein sehr geringes Maass herab.

Für Kinder berechnet Wintrich folgendes Verhältniss: Während, wie wir sahen, er für Männer von 20—40 Jahren auf 1 Ctm. Körpergrösse je 22—24 Ccm. vitale Lungencapacität annimmt, fand er bei Kindern von 6—8 Jahren nur ein Verhältniss von 6,5—9 Ccm., von 8—10 Jahren je 9—11 Ccm., von 10 bis 12 Jahren je 11—13 Ccm., von 12—14 Jahren je 13—15 Ccm. vitale Capacität auf 1 Ctm. Körpergrösse. Schon vom 14. Lebensjahre an machte sich der Geschlechtsunterschied sehr bemerklich.

5. Der Stand, die Beschäftigung und die Lebensweise üben gleichfalls einen merklichen Einfluss aus. Bei schlecht genährten Personen (Armen) und solchen, die wenig körperlich arbeiten und eine mehr sitzende Lebensweise führen (Standespersonen, Gelehrte), ist die vitale Lungencapacität relativ am kleinsten; am grössten ist sie bei jungen kräftigen Personen, die viel im Freien arbeiten (Seeleute, Rekruten). Von Wichtigkeit ist Fabius' Beobachtung, dass bei Turnern die vitale Lungencapacität häufig relativ klein ist. Sehr wahrscheinlich beruht dieses Resultat darauf, dass die betreffenden Turner durch allzu forcirte Uebungen die Elasticität ihres Lungenparenchyms herabgesetzt, sich also Emphysem zugezogen haben. Dieser Umstand darf aber nicht, wie Fabius will, gegen das Turnen überhaupt herangezogen werden, sondern muss nur darauf hinleiten, dass das Turnen naturgemässer und nicht zu forcirt geschehe. Sehen wir ja bei den Rekruten und Soldaten, welche gleichfalls turnen, eine Verminderung der Athmungsgrösse nicht eintreten, vielmehr das Gegentheil.

6. Einige Nebenumstände üben ferner einen Einfluss auf die Athmungsgrösse aus. Dahin gehört in erster Reihe die Position, in welcher geathmet wird. Im Stehen wird das grösste Maass Luft ins Spirometer exspirirt, weniger im Sitzen, am wenigsten im Liegen. Die Differenzen sind bald nur gering (bei musculösen Personen: Wintrich), bald ziemlich erheblich, selbst 400—600 Ccm.

Füllung des Magens und Unterleibes durch kurz vorher sehr reichlich genossene Mahlzeit setzt gleichfalls die Lungencapacität, aber niemals sehr beträchtlich, herab. In gleicher Weise wird durch die Schwangerschaft häufig die Athmungsgrösse vermindert; dass dies indess nicht immer der Fall ist, beweisen die Untersuchungen von Fabius, Küchenmeister und Wintrich.

Vermehrte Athemfrequenz durch kurz vorhergegangene, Dyspnoë bewirkende Anstrengungen, wie schnelles Treppensteigen und dergl., setzt gleichfalls die Athemfrequenz herab.

Bestehen Schmerzen in der Brust oder im Unterleib, welche

eine tiefe Inspiration und Exspiration hindern, so erhält man gleichfalls ein unbrauchbares Resultat.

Alle diese störenden Nebenumstände lassen sich bei der praktischen Anwendung der Spirometrie umgehen: Man lasse stehend athmen und vermeide die Untersuchung bei abnormer Anfüllung des Abdomens, ferner bei schmerzhaften Processen, sowie vor der nach einer abnormen Anstrengung eingetretenen Ruhe.

Wir haben somit einen Maassstab für die Grösse der vitalen Lungencapacität im gesunden Zustande gewonnen und wenden uns nunmehr zu den bei Krankheiten beobachteten Resultaten.

Es zeigt sich nun, dass die meisten Erkrankungen des Athmungstractus und manche des Abdomen die vitale Lungencapacität in der Regel mehr oder weniger herabsetzen. Ganz besonders ist es einerseits die Lungenschwindsucht, andererseits das Emphysem, welche grösstentheils eine abnorm niedrige Athmungsgrösse ergeben. Wintrich fand im Durchschnitt bei Phthisis eine Verminderung der Capacität um 8—85 pCt., bei Emphysem um 20—60 pCt., während er bei Bronchialcatarrhen nur eine Abnahme um 10—20 pCt. gegen die Norm erhielt. Hinaufgedrängtsein des Zwerchfells durch Abdominaltumoren aller Art, Flatulenz, Meteorismus, Ascites etc. ergab gleichfalls eine Abnahme um 8—50 pCt.; desgleichen ausgedehnte Verwachsungen der Pleura, Pleura-Exsudate etc.

Hutchinson sowohl wie Wintrich erwähnen Fälle, in welchen es ihnen gelang, allein auf Grund der Spirometrie, während die übrigen Untersuchungsmethoden noch im Stiche liessen, theils eine beginnende Phthisis zu diagnosticiren, theils, wo ihr Vorhandensein gefürchtet wurde, sie auszuschliessen. Diese Beispiele sollen den hohen diagnostischen Werth der Spirometrie ganz besonders ins Licht stellen.

Dagegen gestehen Wintrich u. A. auch zu, dass es andererseits Fälle giebt, in welchen bei unzweifelhaft vorhandener Erkrankung der Lungen dennoch ein wesentliches Abweichen der

vitalen Lungencapacität von der Norm nicht stattfindet, und umgekehrt; so dass nur eine erhebliche Verminderung der Capacität mit Sicherheit auf eine vorhandene Krankheit schliessen lässt.

Kritische Prüfung der spirometrischen Methode.

Wir haben im Vorhergehenden ganz objectiv den Standpunkt dargelegt, auf welchem sich die Lehre von der Spirometrie bis jetzt befindet, und namentlich die Grundlagen, auf welchen sie sich aufbaut. Prüfen wir nunmehr, welchen Werth wir ihr hiernach zugestehen müssen. Ich lege bei dieser Prüfung zugleich meine eigenen, ziemlich zahlreichen Erfahrungen, die ich aus jahrelangen Beobachtungen gewonnen, in die Wagschale.

Man hat der Spirometrie den Vorwurf gemacht, sie ergebe überhaupt bei einer und derselben Person kein constantes Resultat, ein und derselbe Mensch, in verschiedenen Zwischenräumen untersucht, zeige sehr wesentlich unter einander verschiedene Werthe; besonders müsse die Uebung sehr in Betracht gezogen werden, indem je mehr jemand sich auf die Spirometrie einübe, also je häufiger er sie ausführe, er desto höhere Werthe erziele. Ich muss diesen Vorwurf aufs entschiedenste als ungerechtfertigt zurückweisen und befinde mich hierbei in Uebereinstimmung mit allen denjenigen Autoren, welche nicht a priori urtheilen, sondern die Spirometrie aus zahlreichen eigenen Erfahrungen kennen gelernt haben, unter diesen in erster Stelle Hutchinson und Wintrich.

Abgesehen von einigen ganz besonders ungeschickten Menschen, lernen die meisten es sofort, ein gewisses Maximum Luft in das Spirometer hinein zu exspiriren. Man lasse deshalb nach vorhergegangener genauer Instruction das Verfahren mehrere Male nach einander ausführen — dreimal ist gewöhnlich hinreichend —, und das höchste hierbei erreichte Maass entspricht meist genau der vitalen Lungencapacität. Lässt man zu lange die Versuche fortsetzen, so erhält man in der Regel zuletzt kleinere Werthe, weil die betreffende Person durch die Anstrengung der tiefen

Exspiration ermüdet und dyspnoëtisch geworden ist. Wiederholt man nach Tagen oder Wochen mit derselben Person das angegebene Verfahren, so erhält man stets das gleiche Resultat; oder mindestens sind die Differenzen so total unbedeutend (etwa 50 bis 100 Ccm.), dass ihnen ein Gewicht nicht beizulegen ist. Selbstverständlich müssen keine verschiedenen Bedingungen bei den einzelnen Versuchen vorliegen: es darf nicht das eine Mal nach zu reichlicher Mahlzeit, bei Meteorismus etc. untersucht werden, das andere Mal unter normalen Verhältnissen; es darf keine Erkrankung in den Lungen zwischen den einzelnen Versuchen eingetreten sein oder eine schon vorhandene sich unterdess gebessert haben. An mir selbst habe ich seit 10 Jahren sehr häufig die vitale Lungencapacität gemessen und stets ein nahezu constantes, d. h. nie mehr als um 50 — 100 Ccm. differirendes Resultat erhalten. Das Gleiche habe ich bei vielen anderen Gesunden und Kranken gesehen, die, häufig in verschiedenen Intervallen untersucht, immer das gleiche Ergebniss darboten. Ich behandelte unter anderen einen Mann mit geringfügiger geheilter Lungeninfiltration (Lungencirrhose), der seit 4—5 Jahren tagtäglich an seinem eigenen Spirometer seine vitale Lungencapacität mass und während dieser ganzen Zeit regelmässig dasselbe Ergebniss wahrnahm. Nur wenn intercurrent ein Catarrh eintrat, ging die vitale Lungencapacität auf einige Hundert Cubikcentimeter herunter, um bei Nachlass desselben wieder genau zu der vorigen Höhe anzusteigen. Dieser Fall ist um deshalb noch ganz besonders eclatant, als er wohl am besten zeigt, dass durch blosse Uebung höhere Werthe sich nicht erzwingen lassen[1]).

Jeder Mensch, etwa vom 20.—40. Lebensjahre, besitzt also in der That eine für ihn constante vitale Lungencapacität, die im späteren Lebensalter allmälig sich verringert.

Liessen sich diese physiologischen, gleichsam persönlichen Constanten jedesmal genau berechnen, so wären wir im Stande,

---

1) Unter dem Gebrauch der comprimirten Luft aus meinem transportablen pneumatischen Apparat hob sich später die seit Jahren constant gebliebene Capacität allmälig um ca. 200 Ccm. und blieb auf dieser Höhe.

kleine Abweichungen von der Norm bereits als krankhafte Erscheinungen zu erkennen, und hätten somit ein sehr werthvolles diagnostisches Hülfsmittel zur Ermittelung solcher Krankheitsanfänge, die anderweitig noch nicht nachweisbar sind.

Leider aber verhält es sich nicht so. Wir sahen, dass mit Berücksichtigung des Alters und Geschlechts aus der Körpergrösse sich der ungefähre Werth der normalen Lungencapacität berechnen lasse. (Die Berechnung zugleich nach dem Brustumfang — obgleich für das physiologische Ergebniss von Werth — haben wir ausschliessen müssen, weil der Brustumfang selbst oft ein pathologischer Factor ist.) Aber sehen wir uns die Resultate dieser Berechnung bei den verschiedenen Autoren an, so begegnen uns so gewaltige Differenzen, dass wir nothwendig zu dem Schlusse geführt werden: der physiologische Werth der vitalen Lungencapacität bei gesunden Personen gleicher Grösse, gleichen Geschlechts und Alters schwankt zwischen sehr erheblichen Grenzen. Betrachten wir beispielsweise in den obigen Tabellen von Arnold und Wintrich die Werthe, welche einer Körpergrösse von 160 Ctm. entsprechen, so erhalten wir bei ersterem im Mittel 3000 Ccm., bei letzterem 3520—3840 Ccm., also ein Schwanken um 520 bis 840 Ccm., d. h. um ca. 17—28 pCt. Da nun die Resultate der verschiedenen Autoren auf thatsächlichen zahlreichen Beobachtungen beruhen, so ist an denselben nicht zu deuteln, sondern man muss aufs entschiedenste annehmen, dass die physiologischen Werthe für die Lungencapacität in der That innerhalb sehr weiter Grenzen sich bewegen.

Dies ist denn auch das Resultat, zu dem ich selbst durch meine eigenen Erfahrungen gelangt bin. Oft genug sah ich ganz gesunde Personen eine so geringe vitale Lungencapacität darbieten, dass sie noch unter dem Minimum der bei den verschiedenen Autoren vorfindlichen Werthe zurückblieben. Andere Male wieder begegneten mir Kranke mit leichten Brustaffectionen, die dem Maximum aller Berechnungen nahe kamen und dasselbe sogar übertrafen. Am häufigsten fand ich, dass gesunde kräftige Männer. besonders Studirende, an denen ich Versuche machte, über die höchsten von

Arnold und Wintrich berechneten Werthe weit hinauskamen. So beobachtete ich gar nicht selten eine vitale Lungencapacität von 4500—5000 Ccm. und selbst mehr bei Studirenden, die nicht über 170—175 Ctm. Körpergrösse hatten.

Meiner Meinung nach dürfen demgemäss die Berechnungen von Arnold, die ich von allen für die zweckmässigsten halte, nur cum grano salis den diagnostischen Schlüssen zu Grunde gelegt werden. Ich meinestheils glaube selbst, dass man mit den folgenden, ganz allgemein gehaltenen Sätzen auskommt:

> Männer von etwa 15—50 Jahren von mittlerer Grösse haben im gesunden Zustande eine vitale Lungencapacität von 3000—4000 Ccm., derart dass die verhältnissmässig kleineren (ca. 160—165 Ctm. Körpergrösse) die niedrigeren Werthe (ca. 3000—3500 Ccm.), die grösseren (ca. 166—175 Ctm.) die höheren Werthe (ca. 3500—4000 Ccm.) darbieten. Bei unverhältnissmässig kleinen Männern (160—154 Ctm. oder weniger) geht die vitale Lungencapacität gewöhnlich unter 3000 (indess selten unter 2700 Ccm.) herab, bei besonders grossen Männern (über 175 Ctm.) steigt sie über 4000 hinaus und kann selbst 5000 Ccm. und mehr erreichen. Bei gesunden Frauen mittlerer Grösse im Alter von 15—50 Jahren beträgt die vitale Lungencapacität im Durchschnitt nur 2000—3000 Ccm., mit der gleichen Abstufung der Körpergrösse[1]). Bei Kindern ist die vitale Lungencapacität wesentlich kleiner (vergl. oben das von Wintrich berechnete Verhältniss), eben so ist sie bei Greisen sehr herabgesetzt.

Sind nun die physiologischen Schwankungen der Lungencapacität zwischen verschiedenen gesunden Personen in der That so erheblich, wie wir sie kennen gelernt, so fehlt uns demnach

---

1) Wir sahen zwar, dass mit dem Alter die Athmungsgrösse schwankt. Da wir jedoch die Werthe im obigen Satze innerhalb weiter Grenzen berechneten, so brauchten die relativ geringen Schwankungen innerhalb des Alters von 15 bis 50 Jahren nicht noch besonders berücksichtigt zu werden. Eben so sind die Differenzen bei verschiedenen Temperaturen und Barometerdruck relativ so verschwindend klein, dass sie ganz ausser Betracht kommen.

ein Mittel, die physiologische Constante eines einzelnen, welche seinem normalen Zustand entspricht, annähernd genau zu berechnen. Abweichungen um 10—20 pCt. und selbst mehr von der normalen persönlichen Constante der zu untersuchenden Person können vorhanden sein, ohne dass das Resultat ausserhalb des physiologischen Durchschnittsmittels sich bewegt, also durch die Untersuchung zu erforschen ist.

Hierin liegt einer der grossen Mängel, welche der Spirometrie anhaften. Derselbe gestattet nur äusserst selten, die Anfänge von Erkrankungen nachzuweisen, zu einer Zeit, wenn die anderen Untersuchungsmethoden noch im Stiche lassen. Hutchinson und Wintrich berichten zwar derartige Fälle, und ich bin weit entfernt, dieselben anzweifeln zu wollen. Mir selbst sind aber derartige Fälle bisher nicht begegnet. Wo die vitale Lungencapacität mit Sicherheit nachweislich herabgesetzt war, liessen sich die Veränderungen in den Lungen auch anderweitig ohne Mühe constatiren. Nicht selten dagegen fand ich das spirometrische Maass innerhalb normaler Grenzen sich bewegen, während Lungenerkrankungen unzweifelhaft vorhanden und durch anderweitige Untersuchung leicht zu ermitteln waren. Nur der paralytische Thorax bei zu Phthisis hereditär disponirten Individuen schien mir häufig eine Herabsetzung der vitalen Lungencapacität unterhalb der Grenze des Maximum zu bedingen. Hier aber glaube ich, wäre es fehlerhaft, mit Wintrich anzunehmen, dass in solchen Fällen bereits kleine discrete Erkrankungsheerde in den Lungen sich befinden, die anderweitig nicht zu entdecken sind, vielmehr glaube ich, dass der paralytische Thorax an sich genügt, um die vitale Capacität herabzusetzen, auch wenn die Lungen zur Zeit vollkommen gesund sind.

Ein viel erheblicherer Mangel, wohl der wesentlichste, welcher der Spirometrie anhaftet, ist der, dass sie im besten Falle stets nur eine einzige Frage beantwortet, nämlich die, ob die vitale Lungencapacität nahezu normal ist oder nicht. Dieselbe Antwort erhalten wir bei sämmtlichen Erkrankungen der Brust und manchen des Unterleibs; eine Differenzirung je nach den verschiedenen Krankheiten findet nicht statt. Die-

ser Umstand ist es vornehmlich, dessetwegen sich die Spirometrie mit der Pneumatometrie und den anderen Untersuchungsmethoden nicht im mindesten zu messen vermag. Während beispielsweise die Pneumatometrie, wie wir sahen, bei verschiedenen Krankheitsprocessen qualitativ sehr verschiedene Resultate ergiebt und deshalb für die Differentialdiagnose von hoher Bedeutung ist, lehrt uns die Spirometrie immer nur eins kennen, nämlich dass eine Abnormität der Athmung überhaupt besteht, und lässt uns vollständig im Stich, welcher Art diese Abnormität ist. Lungenschwindsucht, Bronchitis, Emphysem, Pleuritis, Pneumonie, Abdominaltumoren u. s. w., alle setzen die vitale Lungencapacität herab, und zwar mehr oder weniger je nach dem Grade und der Ausbreitung der Affection.

Es ist ein Irrthum, wenn man annimmt, die Phthisis setze die vitale Capacität mehr herab, als die übrigen Affectionen. Wie bereits gesagt, fand ich oft genug in leichten Fällen ausgesprochener Phthisis die Lungencapacität entweder gar nicht herabgesetzt oder doch nicht mehr als bei einfacher Bronchitis. Andererseits habe ich bei Emphysem zuweilen eine so hochgradige Verminderung des spirometrischen Maasses gesehen, wie in den letzten Stadien der Phthisis: ich beobachtete Emphysematiker, deren normale Lungencapacität auf 4000 Ccm. und mehr geschätzt werden konnte, und die in Wirklichkeit nur 700 bis 1000 Ccm. zeigten.

Es fehlt uns demnach jeder Maassstab für eine Differentialdiagnose. Schwanken wir beispielsweise in der Diagnose zwischen Bronchitis und beginnender Phthisis, das Spirometer giebt uns keinen Anschluss; denn beide Erkrankungen vermindern die vitale Lungencapacität. Das Gleiche erfahren wir in Fällen, in welchen wir unsicher sind, ob eine vorhandene Dyspnoë auf Emphysem oder auf Verdichtungsheerden in den Lungen beruht.

Diese Mängel der Spirometrie sind sicherlich bedeutsam genug, um es zu erklären oder selbst einigermassen zu rechtfertigen, dass sie bisher nicht diejenige Verbreitung und Anerkennung gefunden hat, die sie nach den ersten Untersuchungen zu verdienen schien.

Dennoch glaube ich, ist man sehr im Unrecht, wenn man die Spirometrie, wie es jetzt meist geschieht, ganz vernachlässigt. Sie hat, wenn auch nicht eine differentiell diagnostische, so doch eine für die praktische Medicin, insbesondere für die individuelle Diagnose, so wie für die Prognose und Therapie, nicht hoch genug zu schätzende Bedeutung.

Die Bedeutung der Spirometrie für die medicinische Praxis.

Wir gewinnen zunächst durch die Spirometrie immerhin einen absoluten, in einer Zahl ausgedrückten Werth, welcher uns über das Maass des Vorhandenseins oder den Grad des Verlustes eines physiologischen Factors aufklärt. Wir erfahren bei einem Gesunden, wie hoch oder niedrig das Maass seiner vitalen Lungencapacität ist, und werden daraus ein gewisses Urtheil über die Grösse und die Ausdehnbarkeit seiner Lungen und gewissermassen auch über die Leistungsfähigkeit derselben und die Stärke der Brust überhaupt gewinnen. Wir erkennen am Kranken, selbst wenn uns die anderen Untersuchungsmethoden über die Diagnose schon völlig aufgeklärt haben, im speciellen Falle noch, ob die Lungencapacität im hohen oder niedrigen Grade gelitten und dem entsprechend — wenigstens mit einiger annähernden Wahrscheinlichkeit — ob viel oder wenig vom Lungenparenchym noch lufthaltig, resp. verdichtet ist. Wir können demnach aus dem spirometrischen Ergebniss jeden speciellen Fall in seiner Diagnose mehr individualisiren und gewinnen hieraus einen gewissen Maassstab für die Prognose.

Finden wir beispielsweise bei einem Phthisiker die vitale Lungencapacität nur sehr wenig herabgesetzt oder gar, wie ich häufig beobachtete, noch in den normalen Grenzen sich bewegend, so werden wir schon aus dieser Thatsache allein uns den Schluss erlauben dürfen, dass nur ein relativ kleiner Theil des Lungenparenchyms functionsunfähig geworden ist, und werden eine relativ bessere Prognose stellen. Das Umgekehrte geschieht, wenn die

vitale Capacität erheblich, etwa um 50 pCt. und mehr sich vermindert hat, d. h. auf 2000—1500 Ccm. und weniger herabgegangen ist.

Ganz besonders gilt dies auch vom Emphysem. Bei dieser Erkrankung halte ich die Spirometrie für eine unschätzbare Methode, um uns über den Grad der Erkrankung aufzuklären. Wir sahen bereits, dass die übrigen Untersuchungsmethoden — mit alleiniger Ausnahme der Pneumatometrie — uns meist vollständig im Stiche lassen, den Grad eines vorhandenen Emphysems und demgemäss die Prognose richtig zu beurtheilen. Hier ist neben der Pneumatometrie auch die Spirometrie von grosser Wichtigkeit, um die vorhandene Lücke auszufüllen. Ich habe oben bereits erwähnt, dass nach meinen Erfahrungen das Emphysem die vitale Lungencapacität in gleich erheblicher Weise herabzusetzen vermag, wie die Lungenschwindsucht. Wenn Wintrich für die Phthisis eine Herabsetzung bis zu 85 pCt., für das Emphysem nur bis zu 60 pCt. annimmt, so widersprechen dem meine Erfahrungen, indem die schwersten Fälle von Emphysem, welche ich beobachtete, ein eben so niedriges Maass der vitalen Capacität zeigten, wie die Phthisiker im allerletzten Stadium.

Diejenigen Emphysematiker nun, deren vitale Lungencapacität einen sehr niedrigen Werth ergiebt, etwa unter 1500—2000 Ccm. bei Männern, unter 1000—1500 Ccm. bei Frauen, oder mit anderen Worten, deren Capacität um mehr als 50 pCt. gegen die Norm herabgesetzt ist, gehören stets zu den hochgradig leidenden und machen die Prognose zu einer ernsten. Gehören diese Fälle schon zu den schweren Erkrankungen, so sind unter ihnen die allerschwersten diejenigen, in welchen die Lungencapacität die äusserste Verminderung erfahren hat, wo sie auf ein Drittel und weniger ihres natürlichen Werthes, d. h. etwa unter 1000 bis 1400 Ccm. bei Männern, 700—1000 Ccm. bei Frauen herabgegangen ist. In solchen Fällen kann man allein gestützt auf die Spirometrie, gemeinsam mit der Pneumatometrie, sich den Schluss erlauben, dass bereits hochgradige parenchymatöse Veränderungen im Lungenparenchym sich vollzogen haben, dass demnach das

äusserste Stadium der Erkrankung vorliegt, und demgemäss die Prognose mit höchster Wahrscheinlichkeit absolut schlecht ist.

Im pneumatischen Apparat werden wir noch ein anderes Mittel kennen lernen, um die Prognose noch genauer zu präcisiren. Wir werden sehen, dass von den Emphysematikern mit sehr herabgesetzter Vitalcapacität die einen noch vermögen in die verdünnte Luft des pneumatischen Apparats hinein eine relativ grosse Menge Luft zu exspiriren, die anderen dagegen nicht mehr wie in das Spirometer. Bei den ersteren ist die Prognose relativ günstiger, indem im obigen Versuch ein Beweis vorliegt, dass eine Retraction der Lungen und des Brustkastens überhaupt noch möglich ist. Bei den letzteren dagegen ist die Prognose absolut ungünstig, indem eine Starrheit des Thorax in der äussersten Inspirationsstellung sich bereits ausgebildet hat, die durch kein Mittel zu beheben ist. Dies letztere ist besonders bei Greisen der Fall, die ein Emphysem sei es schon aus ihrer Jugend her, sei es erst im Alter acquirirt haben.

Nicht minder wichtig als für die Prognose ist das Spirometer für die Therapie. Wer seine Freude und Befriedigung darin findet, rationell zu behandeln, zu bessern und, wo es möglich ist, zu heilen, muss eine Methode hochschätzen, welche uns einen objectiven Maassstab für die Beurtheilung einer stattgehabten Besserung an die Hand giebt. Eine solche Methode ist, gleich der Pneumatometrie, auch die Spirometrie. Wir erkennen hier in Fällen, in welchen uns Percussion und Auscultation noch im Stiche lassen, in dürren absoluten Zahlen eine stattgehabte Besserung oder im entgegengesetzten Falle einen Stillstand oder Verschlechterung. Naturgemäss wird unsere Therapie von diesen Fingerzeigen abhängen. Bei meinen therapeutischen Untersuchungen, besonders mit dem pneumatischen Apparat, gewährten mir die Ergebnisse der Pneumatometrie und Spirometrie einen Maassstab zum Handeln und liessen mir oft genug die unschätzbare Freude zu Theil werden, mit der subjectiven Besserung des Allgemeinbefindens und der localen Symptome in der Erhöhung der absoluten Werthe bei der Pneumatometrie und Spirometrie auch einen objectiven Zahlenbeweis für die stattgehabte Besserung zu besitzen.

Sicher ist es zwar, dass nicht immer die Fort- und Rückschritte der gesammten Erkrankung gleichen Schritt halten mit den Ergebnissen der Pneumatometrie und Spirometrie; dass sie aber

wenigstens einen theilweisen Fort- oder Rückschritt andeuten, ist gewiss unzweifelhaft.

Damit die zu verschiedenen Zeiten gemessenen spirometrischen Maasse auch richtig Besserung, Stillstand oder Verschlimmerung der Krankheit andeuten können, muss die Voraussetzung fest stehen, dass jedes Individuum im mittleren Lebensalter — bei dem also die Altersschwankungen nicht in Betracht kommen — eine dem jeweiligen Zustande seiner Brust entsprechende constante Lungencapacität besitzt. Dass eine solche, keinem willkürlichen Wechsel unterworfene persönliche Constante in der That vorhanden ist, habe ich bereits oben des weiteren auseinandergesetzt. Selbstverständlich ist hierbei, dass einer jeden Untersuchung die gleichen nothwendigen Bedingungen und Cautelen zu Grunde gelegt werden.

Ich resumire demnach folgendermassen:

> Das Spirometer ist zwar für die allgemeine Diagnostik von geringem Werth, dagegen ein unschätzbares Mittel zur objectiven Begründung einer individuellen Diagnose, zumal in Betreff des Grades der Erkrankung, desgleichen zur Feststellung der Prognose, zur Beobachtung des Verlaufs der Krankheit und demgemäss endlich zur Constatirung der Wirkung oder Wirkungslosigkeit einer bestimmten Therapie.

Mir scheinen demnach die Vorzüge der Spirometrie erheblich genug, um sogar bei Anerkennung ihrer Schattenseiten dennoch ihre Berechtigung nicht nur, sondern selbst ihre unzweifelhaft hohe Bedeutung für die praktische Medicin aufrecht zu erhalten und die Vernachlässigung derselben als einen Fehler hinzustellen, dessen sich exacte Beobachter nicht schuldig machen sollten.

III. Einige Bemerkungen über Brustmessung.

Wenn Wintrich[1]) nach langen mühevollen Untersuchungen über Brustmensuration zu dem Resultate kam, dass dieselbe für die Diagnose gänzlich unbrauchbar ist, so ist er vollkommen im Recht, und ich bin nicht gewillt, sein Urtheil zu entkräften. Auch ich habe nach meinen Erfahrungen kaum jemals ein irgendwie werthvolles diagnostisches Resultat aus der Brustmessung gewinnen können. Das Ergebniss der Thoracometrie bleibt stets weit hinter dem des prüfenden Auges zurück.

Ich halte eine genaue Inspection der Brust für eine der wichtigsten diagnostischen Methoden, die mir nicht minder werthvoll scheint als die Percussion und Auscultation. In den meisten Fällen der Phthisis ist man im Stande, aus der blossen Inspection nicht blos das Vorhandensein der Erkrankung zu erkennen, sondern selbst gewisse Details über Ort und Art derselben als wahrscheinlich zu diagnosticiren. Ich habe es in meinen Vorlesungen stets für meine Pflicht gehalten, die Studirenden auf diese leider gar zu sehr vernachlässigte und dabei doch einfachste Methode der Diagnostik mit Nachdruck hinzulenken, und konnte ihnen in den meisten Fällen

---

1) Wintrich, Krankheiten der Respirationsorgane in Virchow's Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie. Bd. V. 1 Ferd. Enke. Erlangen 1854.

demonstriren, dass, nachdem sie aus der blossen Inspection eine Wahrscheinlichkeitsdiagnose gestellt, diese sodann durch die Percussion und Auscultation bestätigt wurde[1]). Diese Erfahrungen machen es erklärlich, dass auch die Alten, denen die neueren Untersuchungsmethoden abgingen, dennoch allein durch geschärftere Uebung des Auges und des Tastsinns sehr wohl im Stande gewesen sind, genaue Diagnosen zu stellen.

Das geübte Auge entdeckt bereits so geringfügige Abweichungen von der Norm, so feine Störungen der Symmetrie, wie sie jedem Messapparat vollkommen entgehen. Oft genug habe ich mich vergeblich bemüht, wo für

---

1) Die Inspection hat 1) zu eruiren, wie der Bau der Brust, die Constitution, die Respiration etc. überhaupt ist; 2) ob bei ruhigem Athmen Symmetrie zwischen beiden Seiten an der vorderen Thoraxwand besteht, resp. ob die eine oder andere Seite namentlich in den Fossae supra- und infraclaviculares gegen die andere abgeflacht ist; 3) ob bei tiefer Inspiration sich die eine Seite mehr hebt als die andere. Oft genug begegnet es, dass während beispielsweise die rechte Infraclaviculargegend gegen die linke bei gewöhnlichem Athmen abgeflacht erscheint, umgekehrt bei tiefer Inspiration sich die rechte Seite mehr wölbt als die linke. In solchen Fällen kann man mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass beide Seiten erkrankt sind, und zwar stellt gewöhnlich diejenige Seite, welche in der Ruhe abgeflacht erscheint, aber bei tiefer Inspiration sich dennoch wölbt, eine ältere, ganz oder theilweise abgelaufene Erkrankung (Lungencirrhose, Adhäsionen) dar, während die nicht eingesunkene, aber sich weniger wölbende Seite mehr eine frische Erkrankung (entzündliche Infiltration, frische käsige Pneumonie u. s. w.) anzeigt. Oft auch kann man schon daraus eine Affection beider Lungen erschliessen, dass die eine Seite in der Fossa infraclavicularis mehr gegen das Acromion hin, die andere mehr gegen das Sternum abgeflacht erscheint. — Sehr wesentlich wird die Inspection meist von der Palpation unterstützt. Diese zeigt einerseits die grössere oder geringere Hebung der Brust an, vervollständigt also das aus der Inspection ad 3. gewonnene Ergebniss. Andererseits lege ich auf den Fremitus ein grosses Gewicht. Aus zahlreichen Untersuchungen, namentlich auch in solchen Fällen, die ich in meinen Vorlesungen als unzweifelhaft demonstriren konnte, gewann ich die Erfahrung, dass durch Verdichtung des oberen Lungenlappens bei Phthisis der Fremitus eben so verstärkt werde, wie durch die gewöhnliche Pneumonie, und dass sich dieses Zeichen neben den übrigen zur Diagnose verwerthen lasse.

Um aus der Inspection und Palpation eine genaue Diagnose gewinnen zu können, ist es freilich nothwendig, dass die Brust des Kranken stets vollkommen entkleidet sei. Man sollte bei einer Untersuchung dies zu fordern niemals unterlassen.

das Auge eclatant erkennbare und unzweifelhaft vorhandene Abflachungen einer oberen Brusthälfte vorhanden waren, diese durch einen Brustmesser nachzuweisen. Entweder war das Resultat gleich Null, oder so unbedeutend, dass ein Schluss daraus nicht gezogen werden konnte, oder es war überhaupt aus Nebenumständen völlig unbrauchbar.

Die Thoracometrie kann demnach keinen Anspruch erheben zur Feststellung der Diagnose überhaupt und am allerwenigsten einer irgend wie feineren Diagnose in zweifelhaften Fällen von Werth zu sein. Ihre Rolle ist eine viel bescheidenere.

Zunächst trägt sie ganz im allgemeinen zu einer grösseren Exactheit in der Beschreibung der Thoraxverhältnisse bei. Sie gestattet, in absoluten Zahlen das Maass einer Abnormität auszudrücken, welches sonst bei der Bestimmung mittelst des Auges nur in einer relativen Beschreibung seinen Ausdruck findet. Kennt man ein ungefähres mittleres Maass für den Brustumfang eines mittelgrossen gesunden, nicht schwächlichen Individuums, das man beiläufig auf etwa 80—85 Ctm. veranschlägt, so giebt jede andere Zahl einen gewissen Maassstab für den Grad der Abweichung vom Mittel. Hören wir also z. B., dass jemand 100 Ctm. Brustumfang hat, so werden wir uns einen ausserordentlich gewölbten Thorax vorstellen, wobei wir freilich noch nicht wissen, wie viel von diesem Maass auf Fettpolster, Musculatur und wie viel auf die wirkliche Lungencircumferenz kommt. Finden wir umgekehrt nur einen Brustumfang von 60 Ctm., so wird uns diese Zahl über die äusserste Flachheit und Schmalheit des Thorax mehr belehren, als es irgend eine Beschreibung zu thun im Stande ist.

Der Werth der Zahl an sich also ist es, welcher der Beschreibung eine grössere Exactität verleiht, und wenn diese Zahl auch nicht uns zur Diagnose verhilft, so kennzeichnet sie doch das Individuum besser, als es sonst Worte vermögen, und trägt hierdurch auch zu einer Individualisirung der Diagnose bei.

Selbstverständlich bin ich fern davon, die Brustmessung aus diesem Grunde für jede Untersuchung oder auch nur ihre Resultate für jede exacte Krankengeschichte zu fordern; für gewöhnlich

wird meiner Meinung nach die relative Beschreibung ausreichen und demjenigen, der mit den mittleren Maassen nicht vertraut ist, sogar viel mehr leisten als die Maassbestimmung. Nur in sehr eclatanten oder dem Extrem sich nähernden Fällen wird die Angabe des Maasses von grösserem Werthe sein.

Was mich aber speciell die Brustmensuration wieder aufnehmen und sie theilweise empfehlen lässt, ist die Rücksicht auf die Therapie. Die Brustmessung bietet ein Mittel mehr, um hervorstechende Erfolge der Therapie in geeigneten Fällen durch absolute Zahlen zu demonstriren. Wenn unser Auge auch erkennt — und dies selbst bei weitem feiner als die Messung —, dass eine flache Brust sich nach Verlauf einiger Zeit gewölbt, eine durch pleuritische Schwarten retrahirte Brusthälfte mehr oder weniger zur Norm zurückgekehrt ist, so wird sich diese Wahrnehmung, die ein anderer leicht als ein subjectives, der Täuschung unterworfenes Urtheil hinstellen könnte, durch die Mensuration zu einer objectiven Gewissheit gestalten lassen. Dieser Vorzug ist für mich der wesentlichste, und um von ihm für die Bedeutung der mechanischen Behandlung der Respirationsorgane Nutzen zu ziehen, habe ich mich der Brustmessung zugewendet. In der That habe ich in einzelnen Fällen, namentlich in einem von starker Einziehung des Thorax durch pleuritische Schwarten, ein durch die Behandlung mittelst meines pneumatischen Apparats erhaltenes, derartig eclatantes Resultat auf dem Wege der Messung feststellen können, wie es eine Beschreibung so objectiv überzeugend niemals vermocht hätte. Für die weitaus meisten Fälle freilich ist die Brustmessung auch in dieser Beziehung ohne sonderlichen Werth, weil die Maass-Differenzen, die innerhalb kurzer Zeit, besonders bei Phthisis, zu Stande kommen, nicht erheblich genug sind, um gegenüber den möglichen kleinen Ungenauigkeiten der Messung ins Gewicht zu fallen. Aber wenn auch nur die frappanten, wegen der Grösse der Differenz nicht mehr der Deutung unterworfenen Fälle verwerthet werden, so sind diese verhältnissmässig wenigen Fälle immer erfreulich genug, um die kleine Mühe, welche die Mensuration macht, vollständig aufzuwiegen.

Die Gründe, weshalb das Maass des Brustumfangs für die

allgemeine Diagnose nicht von Werth ist, beruhen darauf, dass ein mittleres Maass für Gesunde sich nicht feststellen lässt.

Der Brustumfang bei erwachsenen Personen schwankt im allgemeinen zwischen 60 — 100 Ctm., und es ist nicht Gesundheit oder Krankheit, sondern vielmehr schwächlicher oder kräftiger Körperbau und die Constitution, welche sich in diesen Maassen, besonders in den Extremen derselben ausdrückt. Für einen mittelkräftigen Menschen stellt sich im Durchschnitt die Brustcircumferenz in der ruhigen Exspirationsstellung auf 80—85 Ctm. Ein Erwachsener mit nur 60—70 Ctm. Brustumfang wird wohl stets als ein schwächlicher, einer mit 90 — 100 Ctm. Umfang als ein kräftiger oder wenigstens corpulenter angesehen werden dürfen.

Kannte man das Maass des Brustumfangs einer Person nicht, so lange dieselbe gesund war, so wird man aus dem Maass derselben, wenn sie erkrankt ist, kein Urtheil über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Krankheit fällen können; denn die absoluten Brustmaasse bei Erkrankten sind fast niemals so intensiv verändert, dass sie über die Extreme der auch bei Gesunden vorkommenden Werthe hinausrücken. Es können Personen mit durchaus abnorm kleinen Brustmaassen vollkommen gesund sein, während andere mit normalen Maassen intensiv an den Brustorganen krank sind. Also einen Maassstab für Gesundheit und Krankheit geben uns die thoracometrischen Werthe überhaupt nicht. Was sie uns lehren, ist allein die ungefähre Schätzung, ob eine Brust kräftig oder schwächlich gebaut, ob sie demgemäss mehr oder weniger zu leisten im Stande ist, und im weiteren ob eine abnorm schwächliche Constitution und speciell eine Disposition zur Phthisis vorliegt.

Die Schätzung der Leistungsfähigkeit der Brust, ob dieselbe schwächlich oder kräftig ist, interessirt ganz besonders den Militärarzt für die Feststellung der Brauchbarkeit zum Militärdienst. Der Mangel feststehender Normen für die Thoracometrie macht sich naturgemäss auch in der militärärztlichen Praxis geltend. In den zu Recht bestehenden Instructionen für den preussischen Militärarzt sind deshalb folgerichtig Vorschriften über ein bestimmtes nothwendiges Maass für Brustumfang und Brustbeweglichkeit nicht enthalten. Dennoch ist es nach früheren In-

structionen noch üblich, einen mittleren Brustumfang von 32 — 33 Zoll oder 83 — 86 Ctm. in der ruhigen Exspirationsstellung als das Minimum der Brauchbarkeit festzuhalten[1]).

In Bezug auf militärische Brustmessungen nicht nur, sondern auch zur Anregung weiterer physiologischer und pathologischer Forschungen nach dieser Richtung hin, verweise ich auf die gründlichen Untersuchungen Frölich's[2]). Ich glaube, dass eine Fortsetzung seiner Versuche, so weit sie sich auf die Durchmesser und die Excursionen der Brust in den verschiedenen Regionen derselben beziehen, fruchtbringend sein dürfte.

Frölich urgirt mit Recht, dass bei sämmtlichen vorzunehmenden Brustmessungen die Methode der Untersuchung die gleiche sein müsse. Für militärische Zwecke empfiehlt er als die zweckmässigste Region der Messung den mittleren Brustumfang. Dieser ist durch vier feste Punkte, nämlich die beiden Brustwarzen und die unteren Schulterblattwinkel, genau charakterisirt.

Was die Stellung der Arme beim Messen betrifft, so empfiehlt Frölich, dieselben seitwärts wagerecht emporzuhalten, entgegen der sonst grösstentheils üblichen Methode, den Armen eine Stellung senkrecht nach aufwärts zu geben. Frölich weist durch gründliche Untersuchungen nach, dass bei der von ihm empfohlenen Stellung die geringsten Schwankungen vorkommen und Fehlerquellen am meisten vermieden werden.

Endlich empfiehlt Frölich, erstens den Brustumfang bei tiefster Inspiration und sodann bei tiefster Exspiration zu messen. Den letzten Durchmesser hält er für den wichtigsten. Nach Messungen an 725 völlig entwickelten und gesunden 20jährigen Männern (Rekruten) ergab sich bei diesen im Mittel ein Brustumfang von 82 Ctm. für die tiefste Exspiration, von 89 Ctm. für die tiefste Inspiration. Die Excursion der Brust zwischen diesen beiden Extremen betrug im Mittel 7 Ctm.

Als das Minimum eires für den Militärdienst tauglichen Brustumfangs in tiefster Exspirationsstellung bezeichnet Frölich 75,0 Ctm. Ein geringeres Maass weist nach ihm auf eine unreife Brust hin. Ein Brustumfang von 750 — 759 Mm. genügt nur ausnahmsweise, dagegen ist ein Durchmesser über 760 Mm. brauchbar bei sonst günstigen Körperverhältnissen.

Locale Messungen, namentlich der halbseitigen Circumferenz zur Feststellung von pathologischer Asymmetrie, führen gewöhnlich nicht zu brauchbaren Resultaten, wenn nicht gerade die Verschiedenheit beider Seiten eine sehr hochgradige ist. Zudem sind die physiologischen Maasse der beiden Brusthälften

1) Prager, Das preussische Militär-Medicinal-Wesen. Berlin 1864. Hirschwald. S. 365.

2) Virchow's Archiv Bd. 54. S. 352. 1872.

für gewöhnlich schon an sich nicht gleich: die Rechtshändigen haben rechts eine grössere Circumferenz, die von $^1/_2$ bis zu 2 Ctm. gegen links differiren kann (Corbin, Woillez, Wintrich u. A.). Feine, durch physiologische Processe bedingte Abweichungen in der Symmetrie beider Seiten, auch wenn sie dem Auge klar erkennbar sind, entgehen deshalb der Messung vollständig, indem die Differenzen hierbei gewöhnlich so gering sind, dass sie gegen die möglichen physiologischen Abweichungen nicht ins Gewicht fallen.

Es ist nicht nur der Brustumfang, sondern ganz vornehmlich auch die Brustbeweglichkeit, welche durch die Thoracometrie bestimmt wird. Auch diese festzustellen, halte ich aus denselben Gründen für wichtig, wie ich dies oben für den Brustumfang auseinander gesetzt habe.

Die Brustbeweglichkeit schwankt eben so wie der Brustumfang innerhalb weiter physiologischer Grenzen. Zwar wächst dieselbe mit der Körpergrösse (Arnold); aber dennoch sind die Werthe nicht derart, dass sie für eine genaue Bestimmung zu benutzen sind[1]). Oft genug zeigen gesunde Personen eine relativ geringe Brustbeweglichkeit, wogegen dieselbe bei Kranken, die an den Respirationsorganen leiden, nicht selten sich in den normalen Grenzen bewegt.

In der Regel jedoch wird die Brustbeweglichkeit mehr oder weniger durch Erkrankungen des Respirationstractus beeinträchtigt. Besonders zu nennen sind Emphysem, Lungenphthisis, Pleuritis, Pneumonie, Pneumothorax u. a., welche die Brustbeweglichkeit in jedem Falle herabsetzen, zuweilen freilich nur in so geringem Maasse, dass immer noch keine Abweichung von dem, was man auch bei Gesunden beobachtet, ersichtlich ist, meistens

---

1) Arnold berechnet aus seinen Untersuchungen für

eine Körpergrösse von	eine mittlere Brustbeweglichkeit von
157—165 Ctm.	6,5 Ctm.
165—170 -	7 -
171—175 -	7,5 -
176—180 -	8 -
181—191 -	8,5 -

jedoch so erheblich, dass der gewonnene Werth schon auf den ersten Blick ausserordentlich gering erscheint.

Bei gesunden Personen schwankt die Brustbeweglichkeit, von der äussersten Exspirations- bis zur tiefsten Inspirationsstellung gemessen, im Mittel zwischen 6—8 Ctm. Indess habe ich oft genug bei gesunden Personen nur eine Beweglichkeit von 3—6 Ctm. gefunden, während andererseits manche Individuen es auf 10 Ctm. und selbst mehr, sogar bis zu 12 Ctm. bringen. Bei Phthisikern, Emphysematikern, Pleuritikern erinnere ich mich kaum jemals über 6 Ctm. gefunden zu haben; gewöhnlich hatten sie im Maximum 4—5 Ctm. und in vorgeschrittenen Fällen nur 1—3 Ctm.

Man kann die Messung des Brustumfangs sowohl wie der Brustbeweglichkeit in drei verschiedenen Höhen des Thorax vornehmen: 1) in einer horizontalen, welche möglichst hoch oben zwischen den Achselhöhlen verläuft; 2) auf der Höhe der Brustwarzen; 3) auf der Höhe des Processus xiphoideus und des Ansatzes der Rippenknorpel.

Am häufigsten, namentlich bei militärischen Messungen, wird die mittlere Circumferenz (bei hoch in die Höhe, besser seitwärts wagerecht [Frölich] gehaltenen Armen) gemessen. Bei Phthisikern ist es jedoch vorzuziehen, in der erstangegebenen Höhe, d. h. möglichst hoch oben hart unter der Achselhöhle zu messen, weil hier die pathologischen Differenzen am meisten sich geltend machen. Dahingegen bei Emphysem, Pleuritis u. a. empfiehlt es sich mehr, den unteren oder mittleren Umfang abzuschätzen.

Man hat das Verhalten des oberen zum mittleren und unteren Durchmesser mit einander verglichen und daraus verschiedene Schlüsse gezogen (Hirtz, Wintrich u. A.). Mir selbst fehlen eigene Untersuchungen über diesen Gegenstand.

Wintrich fand, dass im jugendlichen und mittleren Lebensalter der obere Brustumfang stets den untersten und zwar um ca. 1,5 — 7,6 Ctm. übertrifft; Hirtz giebt im Mittel 7 Ctm., als Extreme 3 und 12 Ctm. Differenz an. Bei Frauen ist die Differenz wesentlich geringer als bei Männern.

Nach Hirtz stellt sich bei Phthisikern eine Umkehr in dem Verhältniss heraus, indem er bei ihnen stets den unteren Brustumfang grösser fand als den oberen, und zwar im letzten Stadium um 2 — 8 Ctm., im

Mittel 4 Ctm., im Anfangs- und mittleren Stadium der Phthisis um 0—4 Ctm., im Mittel 2 Ctm.

Wintrich dagegen fand bei den meisten Phthisikern, die er untersuchte, immer noch den oberen Umfang grösser als den unteren, und nur in einem sehr kleinen Theil der Fälle trat eine Umkehr des Verhältnisses oder eine Gleichheit beider Circumferenzen ein.

Instrumente zur Brustmessung.

Zur Messung des Brustumfangs genügt ein einfaches Schneidermaass, und zur Noth lässt sich dasselbe sogar auch zur Messung der Brusterweiterung benutzen, wenn diese eine einigermassen bemerkliche ist, und auf Genauigkeit kein Gewicht gelegt wird.

Will man jedoch wissenschaftlich brauchbare und auf Exactität Anspruch erhebende Resultate erhalten, so muss man zu Instrumenten, die zu diesem Zwecke construirt sind, seine Zuflucht nehmen.

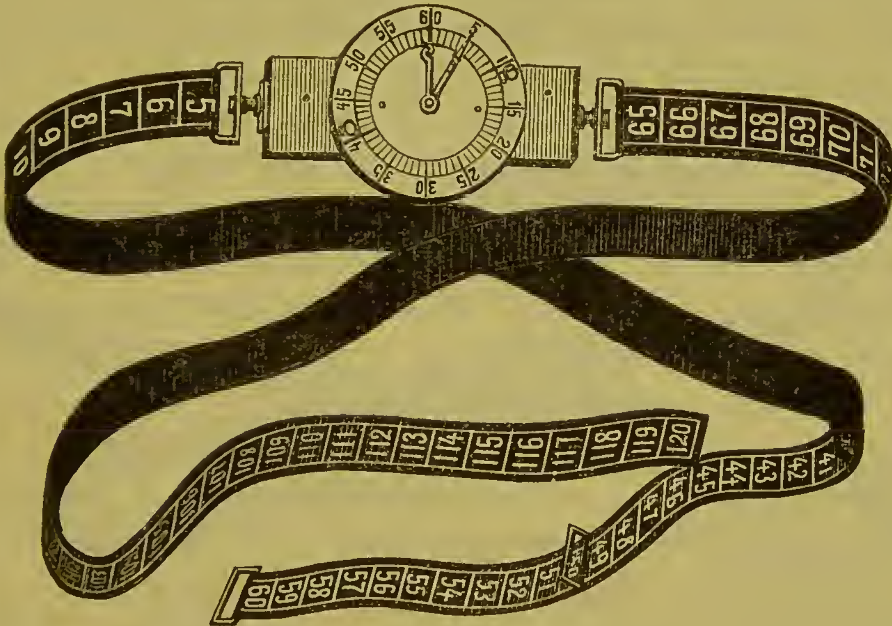
Ein sehr schönes Instrument, mit dem ich meine ersten Untersuchungen machte, ist das Thoracometer oder Chest-Measurer von Sibson. Da dasselbe jedoch nur zu localen Messungen, d. h. zur Untersuchung der Excursion nicht des ganzen Brustumfangs, sondern nur circumscripter Partien des Thorax construirt ist, so hat es eine für die Messung des gesammten Brustumfangs viel zu geringe Excursionsbreite, nämlich nur die eines englischen Zolles. Von der Brauchbarkeit der localen Messungen für diagnostische Zwecke bin ich, wie bereits oben angedeutet, bald zurückgekommen, und ich bemühte mich deshalb, das Sibson'sche Instrument für die Messung der Erweiterungsfähigkeit des gesammten Brustumfangs brauchbar zu machen. Zu diesem Zwecke liess ich das Instrument so einrichten, dass eine Excursion bis zu 6 Centimetern[1]) genau mit Millimeter-Abtheilungen gemessen werden kann.

---

1) Eine grössere Excursion anzubringen, stösst einerseits auf mancherlei Schwierigkeiten. Andererseits konnte ich mich auch mit 6 Ctm. begnügen, weil

Das so modificirte Sibson'sche Instrument[1]) besteht aus einer gleich einer Uhr gestalteten Messingscheibe, deren Rand in 60 gleiche Theile — jeder einen Millimeter anzeigend — eingetheilt ist. Unter der Scheibe läuft eine Axe, die sich nach beiden Seiten ausziehen lässt, und die vermittelst einer Feder mit einem Zeiger in Verbindung steht. Dieser bewegt sich auf der Scheibe beim Ausziehen der Axe und

Fig. 2.



zeigt an, um wie viel Centimeter oder Millimeter die Axe sich dabei verlängert hat. Der Zeiger läuft an seinem freien Ende in einen Haken aus, durch den er bei seiner Bewegung einen anderen mit einem Stift versehenen Zeiger vor sich her schiebt. Dieser letztere bleibt an der Stelle, wohin er geschoben ist, fest stehen, während der erste Zeiger, sobald die Axe nicht mehr angezogen wird, durch die Federkraft zu 0 zurückgeht. Der zurückgebliebene zweite Zeiger zeigt somit an, um wieviel die Axe aus-

diese wohl für alle pathologischen Fälle ausreichen. Für Messungen an gesunden kräftigen Personen ist die Excursion freilich zu klein; aber man darf immerhin annehmen: wer die 6 Ctm. des Instruments erreicht, dessen Brusterweiterung kann keine merklich abnorme sein.

1) Von Windler in Berlin angefertigt.

gezogen wurde, d. h. eine wie grosse Excursion stattgefunden hat. Dieser zweite Zeiger gewährt somit den Vortheil, dass man nicht nöthig hat, sofort beim Messen die Excursionsgrösse am Uhrwerk abzulesen, sondern dies nachträglich in Ruhe verrichten kann. An der Scheibe sind noch zwei kleine Schrauben angebracht, welche, wenn angezogen, die Axe festhalten und sie am Ausziehen hindern.

An beiden Enden der Axe ist beweglich ein nach Centimetern eingetheiltes Maass angebracht, welches auf der einen Seite von 1—60 Ctm., auf der anderen von 60—120 Ctm. reicht. (Die Breite der Scheibe nebst Axe, welche 8 Ctm. beträgt, muss natürlich mit eingerechnet werden, so dass das Maass auf der einen Seite mit 5, auf der anderen mit 65 Ctm. anfängt.) An dem Ende des ersten Maasses, also bei 60 Ctm., befindet sich eine Oese, durch welche beim Messen das Maass der anderen Seite durchgesteckt werden kann. Eine Oese befindet sich gleichfalls bei 50 und bei 40 Ctm.

Will man nun messen, so legt man die Scheibe auf die Brust, je nach der Höhe, in der man untersuchen will, schlingt die Maasse um die Brust und zieht das Ende der einen Seite durch die Oese der anderen durch. Man zieht zuvor die Schrauben auf der Scheibe an, so dass die Axe nicht beweglich ist, lässt exspiriren, schlingt das Maass fest um und liest den Brustumfang an dem durchgezogenen Maass ab. Da nämlich die Zahlenreihe an dem Anfang dieser letzteren dort beginnt, wo sie am Ende der anderen Schnur aufhört, nämlich bei 60 Ctm., so erspart man eine Addition und hat einfach nur abzulesen. Ist die Brust sehr schmal, so zieht man das Maass nicht durch die letzte Oese, sondern durch die Oese bei 50 oder 40 Ctm. durch und muss dann beim Ablesen selbstverständlich 10 resp. 20 Ctm. von der angegebenen Zahl abziehen.

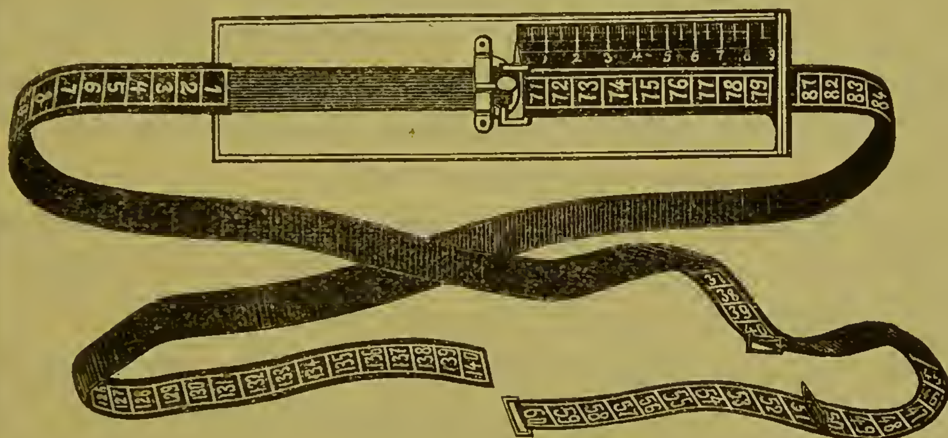
Nachdem man auf diese Weise den Brustumfang gemessen, hält man das Maass mit der Hand in derselben Position fest, öffnet mit der anderen Hand die Schrauben auf der Scheibe und lässt nun tief inspiriren. Durch die nunmehr erfolgende Ausdehnung der Brust wird die Axe aus der Scheibe herausgezogen,

und der Zeiger des Uhrwerks giebt an, wieviel Centimeter und Millimeter die Brusterweiterung betragen hat.

Wie genial auch dieses Instrument von Sibson erdacht und wie exact, leicht und angenehm auch seine Anwendung ist, so ist es doch fast zu kostbar für den Zweck, den es erfüllt, und für die Resultate, die mit der Thoracometrie überhaupt zu erreichen sind. Hier ist ein einfaches, wohlfeiles Instrument am Platz.

Ein solches stellte ich dadurch her, dass ich, nach dem Vorgange von Wintrich, statt der Metallfeder und des Uhrwerks die elastische Kraft eines Gummibandes benutzte.

Fig. 3.



Auf einem Lederstreifen von 20 Ctm. Länge, 5 Ctm. Breite befindet sich links von der Mitte bis zu dem einen Ende, an diesem letzteren festgenäht, in der Mitte frei, ein Gummiband, welches sowohl an seinem befestigten, wie an seinem freien Ende mit einem Schneidermaass verbunden ist. Dieses hat an ersterem eine Eintheilung in Centimeter von 1 — 60, an letzterem von 71 bis 140 Ctm. Das von 1—60 Ctm. anzeigende (linksseitige) Maass besitzt an seinem Ende eine Oese, desgleichen eine bei 50 und bei 40 Ctm. Das andere, von der Mitte des Leders ausgehende rechtsseitige Maass ist an dem freien Ende des Gummibandes durch eine Oese befestigt, welche einen als Zeiger hervorspringenden Stift trägt und durch eine Schraube unbeweglich in der Mitte des Leders festgehalten werden kann. An diesem befindet sich von der Mitte aus nach rechts eine genaue Millimeter-Eintheilung bis

zu 9 Ctm. Das Maass geht durch eine lederne Oese am Ende des Leders, vermittelst welcher es diesem anliegend erhalten wird.

Man misst nun den Brustumfang in ganz gleicher Weise, wie oben beim Sibson'schen Instrumente beschrieben. Die Zahl wird an dem rechtsseitigen Maasse einfach abgelesen, sobald man dieses durch die letzte Oese des linken Maasses angezogen hat. Benutzt man, wegen zu grosser Schmalheit des Thorax, die Oesen bei 40 oder 50 Ctm., so muss man 20 resp. 10 Ctm. abziehen. Bevor man den Brustumfang misst, muss erst die Schraube in der Mitte des Leders so herabgeschraubt sein, dass sie das Band daselbst festhält.

Will man nun die Brusterweiterung messen, so hält man das Maass in der Exspirationsstellung mit den Fingern fest, öffnet die Schraube und lässt tief inspiriren. Sofort dehnt sich das Gummiband, und an der Millimeter-Eintheilung des Leders liest man ab, um wie viel die Brust sich erweitert hat.

Das Instrument gestattet ein Messen der Brusterweiterung bis zu 9 Ctm., reicht also für alle Fälle, nicht nur die pathologischen, sondern auch die physiologischen aus.

Ich kann dieses höchst einfache und wohlfeile Instrument zu allen Zwecken der Brustmessung empfehlen und möchte besonders auch die Aufmerksamkeit der Militärärzte, welche ja bei den Rekruten-Aushebungen die Brustmessungen vorzunehmen genöthigt sind, auf dasselbe lenken.

IV. Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Circulationskrankheiten.

Veränderungen des Luftdrucks sind bisher in zwiefacher Weise zu therapeutischen Zwecken verwerthet worden: einerseits durch Benutzung des Höhenklimas, andererseits durch die pneumatischen Cabinette. Bei ersterem werden die Kranken für längere Zeit in eine verdünntere Luft übergeführt, und wenn hierbei auch noch viele andere klimatische Factoren, wie die Luftfeuchtigkeit, die Temperaturverhältnisse, die Reinheit der Luft und andere zu dem schliesslichen Effecte mitwirken, so scheint es mir doch unzweifelhaft, dass von allen diesen verschiedenen Factoren die Luftverdünnung der wesentlichste ist. In den pneumatischen Cabinetten dagegen wurde bisher fast ausschliesslich comprimirte Luft angewendet, und es liess sich dadurch die Wirkung des erhöhten Luftdrucks auf den Organismus in genauer Weise studiren. Es ist aber auch bei den pneumatischen Cabinetten möglich, statt der Luftcompression sich der Luftverdünnung zu bedienen, und dadurch die Gelegenheit geboten, die reinen Wirkungen der verdünnten Luft unabhängig von anderweitigen klimatischen Einflüssen zu untersuchen. Leider sind die über diesen letzten Punkt bis jetzt

vorliegenden Forschungen noch ausserordentlich dürftig, und es wäre eine lohnende Aufgabe, dieselben zu vervollständigen.

Es liegt nicht in meinem Plane, die Wirkungen der pneumatischen Cabinette, so wie die des Höhenklimas an dieser Stelle ausführlich darzulegen, da ich bereits in einem meiner früheren Werke[1]), auf das ich verweisen muss, diesen Gegenstand mit Berücksichtigung aller vorliegenden Resultate eingehend abgehandelt habe, und seitdem neue irgend wie wichtige Untersuchungen nicht hinzugetreten sind. Nur auf die Vergleichung der Wirkung dieser Heilagentien mit derjenigen des transportablen pneumatischen Apparats hoffe ich am Schlusse dieser Abhandlung zurückzukommen.

Sowohl das Höhenklima als die pneumatischen Cabinette wirken dadurch, dass sich die betreffende Person mit ihrem ganzen Körper in verdünnter oder verdichteter Luft — sei es andauernd auf Wochen, Monate und länger, sei es stundenweise — aufhält. Die Modification des Luftdrucks betrifft demnach sowohl die äussere Körperoberfläche, als auch die innere Oberfläche derjenigen Organe, welche mit der äusseren Luft communiciren, vornehmlich also der Lungen und des gesammten Respirationstractus. Es wird demnach ein Gleichgewicht zwischen dem äusseren und dem inneren auf die Lungen wirkenden Druck in ganz analoger Weise hergestellt, wie beim Aufenthalt in der gewöhnlichen Atmosphäre; eine Druckdifferenz kommt nicht zur Wirkung. Ferner befindet sich selbstverständlich bei den pneumatischen Cabinetten und beim Höhenklima die In- und Exspiration unter gleichen Druckbedingungen; eine Einwirkung auf die einzelnen Phasen der Respiration kann also nicht geltend gemacht werden.

Nun hatten mich meine pneumatometrischen Untersuchungen seit Jahren darauf hingewiesen, von wie unberechenbarer Wichtigkeit es sein müsste, wenn es gelänge, auf die Inspiration und die Exspiration gesondert durch unsere Behandlung

---

1) Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite neu bearbeitete und stark vermehrte Auflage. Berlin 1872. Verlag von Georg Reimer. (S. 751 bis 782: Verdichtete und verdünnte Luft.)

einzuwirken und so die einzelnen Phasen der Respiration je nach dem vorhandenen Krankheitszustand einer mechanischen Therapie zu unterwerfen. Es liess sich von einer vollkommenen Ausführung dieses Plans erwarten, dass sich für die rationelle, individualisirende Behandlung sehr wesentliche Vorzüge vor den pneumatischen Cabinetten herausstellen würden — ganz abgesehen von dem anderen unschätzbaren Vortheil, dass durch Herstellung eines relativ wohlfeilen transportablen Apparats die mechanische Behandlungsmethode, anstatt wie bisher auf wenige Orte, an welchen pneumatische Glocken mit grossen Kosten errichtet sind, beschränkt zu sein, allen Aerzten und Kranken leicht zugänglich gemacht werden könnte.

Der erste, welcher einen diesem Zwecke dienenden Respirations-Apparat hergestellt hat, ist Hauke[1]) in Wien; wir können seine Verdienste um diese Erfindung nicht hoch genug veranschlagen[2]).

Hauke's Respirations-Apparat.

Der Hauke'sche Apparat — in seiner späteren, verbesserten Gestalt — besteht im wesentlichen aus einem cylindrischen Gefäss von 26 Ctm. Höhe und 29 Ctm. im Durchmesser, welches durch eine nicht ganz bis zum Boden reichende Scheidewand in zwei gleiche Hälften abgetheilt ist. Die eine Hälfte ist oben offen, die andere besitzt noch eine 12 Ctm. hohe Verlängerung nach oben und ist bis auf zwei Oeffnungen in ihrem oberen Deckel verschlossen; unterhalb der Scheidewand dagegen communicirt sie frei mit der zweiten offenen Hälfte. Der oben geschlossene Raum

---

1) Ignaz Hauke: Ein Apparat zur künstlichen Respiration und dessen Anwendung zu Heilzwecken. Mit 2 Holzschnitten. Wien 1870. Braumüller. 29 Seiten.

2) Wie v. Cube nachträglich mittheilte, soll Lewess in St. Petersburg schon vor Hauke's Publication ein ähnliches Princip in Anwendung gebracht haben. Es ist aber nichts darüber veröffentlicht und deshalb eine Priorität für ihn nicht in Anspruch zu nehmen.

communicirt durch die erste Oeffnung mit einem auf seinem Deckel befindlichen Blasebalg mittelst eines Doppelventils, welches derart eingerichtet ist, dass man, je nachdem man den es enthaltenden Zapfen in verschiedener Richtung einsetzt, durch das Spiel des Blasebalgs Luft aus der Atmosphäre in den Behälter einpumpen oder umgekehrt herauspumpen, also die Luft in demselben comprimiren oder verdünnen kann. Von der zweiten Oeffnung des geschlossenen Behälters geht ein Gummischlauch zu einer Gesichtsmaske, welche aus Metallblech gearbeitet und mit Gummi ringsum belegt ist. Die Maske hat eine freie Oeffnung nach aussen und eine durch ein Ventil verschlossene nach dem Schlauche zu. Das letztere ist derart eingerichtet, dass, wenn man mittelst des Daumens die nach der freien Atmosphäre führende Oeffnung verschliesst, man zugleich eine das Ventil schliessende Feder zurückdrückt, so dass dann die Communication der Maske mit dem Luftbehälter vollzogen wird.

Will man den Apparat benutzen, so füllt man ihn bei offenem Ventil bis zu seiner Hälfte mit Wasser, das dann in beiden Theilen des Behälters gleich hoch steht, stellt dann das Ventil, je nachdem man es wünscht, zur Luftcompression oder Luftverdünnung ein und pumpt. Wird eine Luftverdichtung beabsichtigt, so wird mit jedem Pumpenstoss Luft in den geschlossenen Behälter eingepresst, das Wasser sinkt in demselben herab und steigt um eben so viel in der offenen Hälfte des Behälters. Wird dagegen das Ventil in umgekehrter Richtung eingefügt, so wird mit jedem Pumpenstoss Luft aus dem Behälter herausgesogen, das Wasser steigt in demselben nach oben und sinkt dem entsprechend in der offenen Cylinderhälfte. In dieser kann an markirenden Strichen abgelesen werden, um wie viel das Wasser gesunken oder gestiegen ist, resp. wie viel die Differenz der Wasserhöhe in der offenen Cylinderhälfte gegen die abgeschlossene beträgt, d. h. um welche Wasserdruckhöhe die Luft im Behälter verdichtet oder verdünnt ist.

Will nun der Patient comprimirte Luft inspiriren, so nimmt er, nachdem die Luft im Behälter verdichtet ist, die Maske vor's Gesicht, hält deren äussere Oeffnung mit dem Finger zu, drückt

hiermit zugleich die Feder, welche das Ventil verschliesst, zurück und athmet die ihm entgegenströmende Luft ein. Umgekehrt, will der Patient in verdünnte Luft ausathmen, so verschliesst er die Oeffnung und öffnet das Ventil für die Exspiration. Mit jedem neuen Athemzuge muss von neuem gepumpt werden.

Hauke hatte von vorn herein nur zwei Krankheiten ins Auge gefasst, für die er sich einen bedeutenden Nutzen von seinem Apparat versprach, und zwar das Emphysem und den Croup. Bei der ersteren Erkrankung sollte die Exspiration durch die Ausathmung in verdünnte Luft unterstützt, bei letzterer durch Einathmung comprimirter Luft die herabgesetzte Luftzufuhr gesteigert werden. Von der Behandlung des Croup[1]) kam Hauke in der Praxis wieder zurück; dagegen bewährte sich das Verfahren, wie sich erwarten liess, beim Emphysem. Später dehnte Hauke die Anwendung der comprimirten Luft noch weiter aus und zwar hauptsächlich auf die Lungenschwindsucht[2]). Er empfiehlt die Einathmung comprimirter Luft ganz besonders als Prophylacticum gegen Phthisis und im ersten Stadium der bereits ausgebrochenen Erkrankung; auch theilt er einen darauf bezüglichen Fall mit, in welchem ein Kranker im Anfangsstadium der Phthisis durch dreimonatliche Behandlung so weit genas, dass alle Krankheitserscheinungen, bis auf eine zurückbleibende Dämpfung und verlängertes Exspirationsgeräusch, vollkommen schwanden[3]).

---

1) Da der Croup grösstentheils das Kindesalter betrifft, und Kinder nicht vermögen, die Benutzung des Apparats nach ihrer Ein- und Ausathmung zu reguliren, so ersann Hauke eine Vorrichtung zur Selbstregulirung des Apparats. Er benutzte nämlich einen Elektromagneten, welcher das Oeffnen und Schliessen des Ventils an der Maske besorgte, und zwar derart, dass vermittelst einer um den Leib des Kranken angelegten Binde durch die bei der Inspiration und Exspiration statthabende Erweiterung und Einziehung die elektrische Kette unterbrochen oder geschlossen wurde. Wie ingeniös dieser Apparat auch erdacht ist, so erscheint er doch zu complicirt und zu leicht Störungen unterworfen, als dass er sich in der Praxis bewähren konnte. Deshalb stand auch Hauke selbst von weiteren Versuchen damit ab.

2) Nachtrag zu der Brochüre: Ein Apparat für künstliche Respiration. Wien 1872. Braumüller.

3) Sitzung des ärztlichen Vereins in Wien am 9. April 1873. — Wiener med. Presse No. 19. 1873.

Ausser diesem Falle werden nur noch sehr spärliche therapeutische Resultate veröffentlicht. In Hauke's Schrift sind 7 Fälle von Emphysem mitgetheilt, welche Mader im Krankenhause mit Erfolg behandelt hat.

„Die Patienten waren sämmtlich Männer im Alter von 29, 36, 42, 45, 49, 50 und 63 Jahren. Die Krankheitsfälle waren grösstentheils sehr hochgradige, seit Jahren bestehende, von starken Bronchialcatarrhen begleitet, nur einer war von stärkerer Bronchialsecretion immer frei geblieben. Bei der Mehrzahl der Kranken (4) wurde sogleich der Apparat von Dr. Hauke in Anwendung gebracht, bei dreien waren mehrere Wochen und Monate vorher andere medicamentöse Versuche und Dampfinhalationen gemacht worden. Meist wurde neben der Anwendung des Hauke'schen Apparates noch von Dampf- und Terpenthininhalationen Gebrauch gemacht. Die Anwendung des Apparates fand nur im Anfange der Sitzungen bei unverständigen Kranken Schwierigkeiten; später arbeiteten die Kranken sehr gut damit allein, sich nur im Luftauspumpen unterstützend.

Nach einer gewissen Zahl von Sitzungen — meist täglich zweimal in der Dauer von 10—15 Minuten — hatten alle Kranken eine beträchtliche subjective Erleichterung ihrer Beschwerden, nur ein noch in Behandlung befindlicher Fall will im ganzen nur wenig erleichtert sein. Auch der Auswurf, zuweilen anfangs etwas zunehmend, wurde spärlicher.

Besonders eclatante Erfolge sahen wir z. B. bei einem 45jährigen Schuhmacher, der seit circa 13 Jahren an continuirlichen Lungencatarrhen, seit 2 Jahren an heftigen Emphysembeschwerden und seit einem halben Jahre an den heftigsten, eine Viertelstunde dauernden Asthma-Anfällen litt. Es wurde anfangs durch Ipecacuanha- und Terpenthininhalationen wohl eine Erleichterung derselben erzielt, nach der Anwendung des Hauke'schen Apparates hörten sie aber allmälig ganz auf, und der früher elende Kranke konnte ganz leidlich entlassen werden. Nach einer frischen Erkältung, der er sich ausgesetzt, kehrten die Dyspnoë-Anfälle allerdings wieder zurück, und Patient ist derzeit wieder in Behandlung. — Bei einem anderen Kranken, einem 36 Jahre alten Finanzaufseher, der durch lange Zeit in der gewöhnlichen Behandlung gestanden, waren allabendliche Morphiuminjectionen nöthig geworden. Nach wenigen Sitzungen mit dem Hauke'schen Apparate konnte er sie schon entbehren, und er erholte sich überhaupt allgemein. Noch ein dritter und vierter Fall zeigten eine äusserst auffällig rasche Besserung ihres ganzen Befindens.

Grosses Gewicht muss selbstverständlich auf Aenderungen des physikalischen Befundes der Lunge gelegt werden. Mit Zuhülfenahme der Lapiszeichnung, welche eine spätere Controle lange Zeit noch erlaubte, konnten wir mit Sicherheit ganz deutlich nachweisbare Verkleinerung des Lungenvolums resp. Höherrücken der Leberdämpfungsgrenze und zwar der Linie des leeren Percussionsschalles constatiren.

Wir notirten bei dem erwähnten Finanzaufseher nach einigen 40

Sitzungen ein Emporrücken der Leber um 2 Querfinger und Nachweisbarkeit der früher geschwundenen Herzdämpfung.

Eine eben so grosse Verschiebung der Dämpfungslinie bei einem 50jährigen Tägelöhner während des Gebrauchs von 63 Sitzungen.

Bei dem erwähnten 45jährigen Schuhmacher rückte sie im Verlaufe von 72 Sitzungen 3 Querfinger höher, und wurden die Herztöne links deutlicher. Diese Fälle waren sehr hochgradige, alte.

Bei einem 42jährigen Tagelöhner, der seit 1 Jahre an Emphysembeschwerden, aber mit vorwiegendem starken allgemeinen Bronchialcatarrh litt, bei dem der Leberschall an der 7. Rippe begann und 2 Querfinger vorragt — also mässiges Emphysem —, rückte die Leberdämpfung nach nur 14tägiger Anwendung des Apparates 1 Querfinger empor.

Bei einem 29jährigen Hausknecht, der seit 2 Jahren an Husten und weiterhin, anfangs nur im Winter, jetzt auch im Sommer an Dyspnoë litt (es war der Husten auch bei früherer Behandlung in der Anstalt nur ein trockener geblieben), rückte die Lebergrenze nach circa 20 Sitzungen 1 Querfinger höher.

Bei einem 65jährigen und einem noch in Behandlung befindlichen 49jährigen Manne, beides sehr hochgradige, alte Emphyseme, wurde endlich keine Veränderung der Lungenausdehnung erzielt, obwohl namentlich bei dem ersten subjective Erleichterung und Abnahme des Auswurfs eintrat, während bei dem zweiten auch die subjective Erleichterung bisher eine mässige war."

In der Art des Athmungsgeräusches in den hinteren unteren Lungenpartien — mattes, fast unhörbares oder von Schnurren etc. überdecktes Athmen — konnte Mader „kaum eine anhaltende Aenderung, abgesehen von der Minderung der catarrhalischen Symptome, constatiren. Dann und wann wurde allerdings das vesiculäre Einathmen deutlicher."

Zu erwähnen ist noch, „dass bei den allerdings nur bei drei Kranken vorgenommenen Versuchen mit dem Hutchinson'schen Spirometer keine gleichmässige Zunahme der Exspirationsluft zu constatiren war, obwohl die physikalische Untersuchung ein Höherrücken der Lungengrenzen nachwies."

Ferner sprachen sich in einer Sitzung des ärztlichen Vereins in Wien[1]) Schnitzler, Bettelheim, Winternitz und Kohn günstig über die Methode aus und machten von einigen erfolgreich behandelten Fällen, grösstentheils Emphysem betreffend, Mittheilung.

Günstige Erfolge mit dem Hauke'schen Apparat beim Emphysem erzielte sodann noch Rohden (in Lippspringe), welcher einige Fälle aus seiner Praxis mittheilte[2]).

---

1) Wiener med. Presse No 19. 1873.

2) Wiener med. Wochenschrift No. 17. 18. 1873.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass Berkart[1]) in London gleichfalls das Emphysem durch Beförderung der Exspiration behandelte und dazu einen eigenen Apparat nach dem Principe einer Saugpumpe benutzte.

Auf diese wenigen Berichte beschränkt sich alles, was bis zur Publication meiner ersten Arbeit[2]) über diesen Gegenstand erschienen war — Beweis genug dafür, dass die neue Methode, wie rationell sie auch erscheinen musste, die ihr gebührende Beachtung und Verbreitung nicht gefunden hatte.

Unterdess hatte mich der Gegenstand bereits eingehend beschäftigt, und ich hatte Versuche an Gesunden und Kranken mit dem Hauke'schen Apparat angestellt. Es galt zunächst zu erforschen, ob das Princip, auf welchem die neue Behandlungsmethode sich aufbaute, in praxi sich eben so sicher bewähren würde, wie es der Theorie nach verlockend erschien. Meine Untersuchungen führten mich zu dem Ergebniss, dass in der That Praxis und Theorie mit einander übereinstimmten, und befestigten in mir die Ueberzeugung, dass durch Weiterarbeiten auf dem neu gewonnenen Boden bedeutsame Resultate erreicht werden müssten.

Bei aller Hochachtung für Hauke's Erfindung wurde es mir jedoch bald klar, dass seinem Apparate Mängel anhaften, die einer freien ungetrübten Entfaltung des ihm zu Grunde liegenden Princips hindernd im Wege stehen, und die namentlich genaue wissenschaftliche Untersuchungen fast vollkommen unmöglich machen.

Hauke benutzt eine Luftcompression und Luftverdünnung von $^1/_{96}$—$^1/_{48}$ Atmosphärendruck. Schon früher[3]) hatte ich meine Zweifel an der Zulässigkeit dieser Beschränkung ausgesprochen. Die von Hauke angezogenen physiologischen Raisonnements

---

1) The Lancet No. 25. 1871.

2) Ein transportabler pneumatischer Apparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berliner klin. Wochenschr. No. 39. 40. 1873. — Ueber die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats auf das Herz und die Blutcirculation. Berliner klin. Wochenschr. No. 46. 47. 1873.

3) Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite Auflage. Berlin 1872. Georg Reimer. S. 782.

schienen mir dieselbe nicht genügend zu motiviren, und die von mir gefundenen pneumatometrischen Maasse an Gesunden und Kranken sprachen im Gegentheil für die Zulässigkeit stärkerer Compression resp. Verdünnung der Luft. In der That belehrten mich auch meine späteren Versuche mit meinem transportablen pneumatischen Apparate, dass ich in dieser Beziehung Recht gehabt hatte, und dass eine stärkere Luftcompression resp. Luftverdünnung für viele Fälle nicht nur zulässig, sondern durchaus nützlich und selbst nothwendig wurde.

Ein zweiter, noch viel gewichtigerer Mangel im Hauke'schen Apparat liegt in der Inconstanz seiner Wirkung.

Comprimirt resp. verdünnt man die Luft des Apparats durch Pumpen bis zu einem gewissen Grade und lässt dann inspiriren resp. exspiriren, so vermindert sich während dieses Athemzuges der Druck resp. Zug von seinem Maximum bis auf ein Minimum und selbst auf Null. Will man dieser Abnahme vorbeugen, so muss ein Gehülfe, während der Kranke aus dem Apparat inspirirt oder in denselben hinein exspirirt, dauernd mit dem Pumpen fortfahren. Hierdurch aber kann einerseits bei einigermassen kräftiger Respiration des Kranken doch selten das Maximum der Luftverdünnung resp. Verdichtung beibehalten werden, sondern dieselbe sinkt meistens noch um ein beträchtliches. Andererseits, da das Pumpen stossweise erfolgt, ändert sich auch — nota bene während eines einzigen Athemzuges! — dauernd der Grad der Verdichtung oder Verdünnung, und zwar nicht allmälig, wie es ohne Pumpen geschieht, sondern stossweise absinkend und anwachsend. Dieses stossweise Einwirken auf die Lungenluft macht den meisten Kranken unangenehme Sensationen, und bei einigen waren dieselben derart, dass ich lieber auf das Pumpen während der Respiration verzichtete und mit dem stetig bis auf Null abnehmenden Druck resp. Zug zu operiren vorzog.

Der Hauke'sche Apparat hat demnach zwei principielle Mängel: erstens lässt er überhaupt eine viel zu geringe Kraftentwickelung zu, macht also eine Steigerung der Heilwirkung unmöglich; zweitens arbeitet er nicht mit einem constanten Factor, sondern entweder mit einem sich allmälig bis zu einem Minimum

verringernden oder einem dauernden Schwankungen unterworfenen. Bei einem physicalischen Heilmittel, wie dem vorliegenden, ist man aber mehr, als bei irgend einem anderen berechtigt, eine constante Kraft zu beanspruchen, mit der man operirt. Die Kraftentfaltung, zu der es der Hauke'sche Apparat im Maximum bringt, ist kaum $^1/_{40}$ Atmosphärendruck; dieses Maximum kann aber nur wenige Momente festgehalten werden, und nimmt man zum Pumpen seine Zuflucht, so kann man doch kaum während eines Athemzuges — oder der betreffende Kranke müsste ausserordentlich schwächlich sein — über $^1/_{60}$ Atmosphärendruck im Mittel erzielen und dabei noch die stossweisen Schwankungen des Luftdruckes in den Kauf nehmen.

Diesen beiden das Princip berührenden Uebelständen gegenüber sind andere etwa noch zu erwähnende Mängel ganz unerheblicher Art, indem ihnen auf leichte Weise abgeholfen werden kann, so der Umstand, dass die Maske nicht fest genug am Gesicht schliesst, ferner die Art der Communication der Maske mit dem Apparat. Wie sinnreich auch das Ventil an der Maske erdacht ist, so ist es doch beim Gebrauch unbequem: nicht alle Patienten sind geschickt genug, mit ihren Fingern die Maskenöffnung fest zu verschliessen; Kranken mit schmalen Fingern gelingt dies überhaupt nicht, und dann muss ein Gehülfe dies Geschäft übernehmen[1]). Die Nothwendigkeit eines Gehülfen bei der Benutzung des Hauke'schen Apparates, um das Pumpen zu besorgen, gehört überhaupt mit zu den kleineren Uebelständen desselben.

Die oben erwähnten principiellen Mängel des Hauke'schen Apparates liessen es mir nothwendig erscheinen, eine andere Vorrichtung zu ersinnen, bei der es möglich ist, einerseits die Compression und Verdünnung der Luft bis zu einem viel höheren Grade zu steigern, andererseits eine constant wirkende Kraft zu erzielen. Der erste Zweck

---

1) Hauke erwähnt in seiner Brochüre, dass er noch eine andere Maskenvorrichtung erdacht habe, bei welcher statt eines Ventils ein knieförmig durchbohrter Hahn angebracht sei. Diese Vorrichtung scheint mir zweckmässiger, als die in den käuflichen Apparaten angebrachte, oben beschriebene.

hätte sich einfach durch eine Vergrösserung der Dimensionen des Hauke'schen Apparates erreichen lassen, aber dann blieb noch der zweite grosse Uebelstand, die Inconstanz der Wirkung.

Ich ging deshalb daran, einen von Grund aus neuen Apparat zu construiren, der alle oben beschriebenen Mängel gleichzeitig aufs vollständigste beseitigte.

Mein transportabler pneumatischer Apparat.

Mein transportabler pneumatischer Apparat — diesen Namen hielt ich im Anschluss an die pneumatischen Cabinette oder Glocken für den zweckmässigsten — ist folgendermassen zusammengesetzt[1]):

In einem oben offenen, cylinderförmigen Gefässe von 1 Meter Höhe und 30 Ctm. Durchmesser bewegt sich ein zweiter, nach unten offener, oben geschlossener Cylinder von gleicher Höhe und 27 Ctm. Durchmesser. Beide Gefässe sind aus Zinkblech gearbeitet. Von dem ersten Cylinder gehen 3 Eisenstäbe von etwas mehr als 1 Meter Länge in die Höhe, die oben durch einen abnehmbaren Reifen unter einander verbunden sind, und die an ihrer Spitze je eine hölzerne Rolle tragen. Ueber diese Rollen laufen Schnüre, welche nach innen an dem Deckel des zweiten Cylinders befestigt sind, nach aussen an ihrem freien Ende Haken zum Anhängen von Gewichten tragen.

An jeder der drei Eisenstangen befindet sich je eine abnehmbare Klammer, die am besten in einer Höhe von 66 Ctm. — durch eine Vertiefung markirt — zu befestigen ist.

Der innere Cylinder besitzt an zwei einander diametral gegenüberstehenden Stellen seiner Oberfläche prismatisch vorspringende Leisten, welche in entsprechend aus zwei hervortretenden Kanten gebildete, winkelförmige Vertiefungen an der inneren Peripherie des äusseren Cylinders bequem hinein passen. Diese

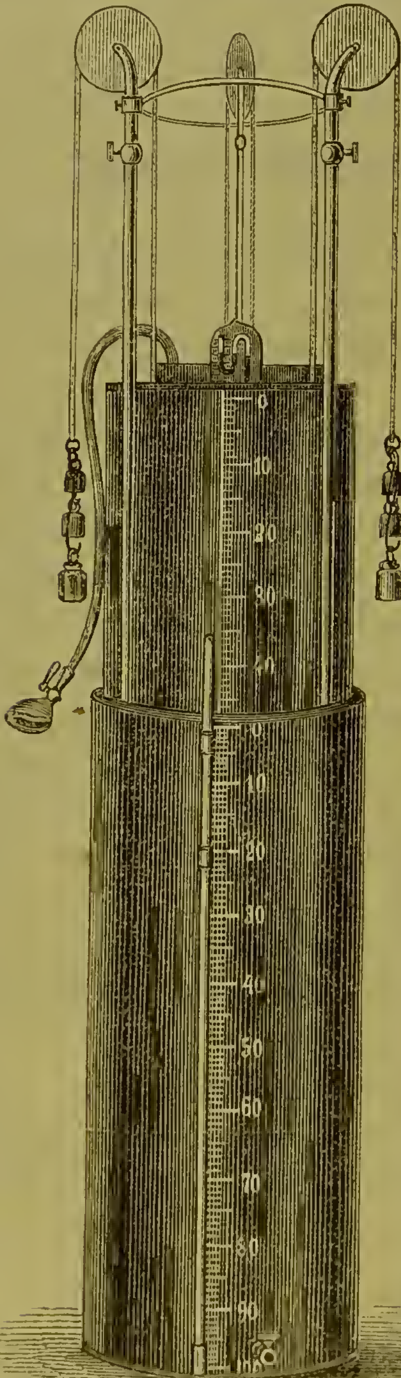
---

1) Derselbe wird genau nach meiner Vorschrift vom Instrumentenmacher Windler, Dorotheenstrasse 3 hierselbst, angefertigt.

Vorrichtung dient dazu, um den inneren Cylinder — ohne Reibung — in einer bestimmten Richtung zu fixiren.

An dem Deckel des inneren Cylinders befinden sich zwei Oeffnungen, die eine communicirt durch einen Schlauch mit der Maske, in die andere ist ein Quecksilber-Manometer mit Eintheilung in Millimeter — bis zu je 40 Mm. nach oben und unten — luftdicht eingefügt.

Fig. 4.



Der äussere Cylinder besitzt nahe seinem Boden einen Hahn zum Ablassen des Wassers, und ausserdem läuft an ihm von oben herab bis nahe an seinen Boden eine mit ihm unten communicirende Glasröhre — mit correspondirender Centimeter - Eintheilung am Cylinder —, an welcher der Wasserstand im äusseren Cylinder abzulesen ist.

Auch der innere Cylinder besitzt eine Centimeter-Eintheilung, am oberen Rande mit Null beginnend, am unteren mit 100 endigend. — Ausserdem habe ich neuerdings am oberen Theile desselben nach dem Rauminhalt eine Scala in Cubikcentimetern von 100 zu 100 bis zu 10000 Ccm. anbringen lassen, welche zur Benutzung des Apparats als Spirometer dient (vergl. später).

Eine fest anschliessende blecherne, an den Rändern mit Gummi belegte Gesichtsmaske lässt sich auf einen messingenen Zapfen aufsetzen, welcher mit dem zum Apparat führenden Schlauch in Verbindung steht. In dem Zapfen befindet sich ein |—förmig durchbohrter Hahn mit weitem Lumen, durch dessen Drehung die Maske entweder allein mit der Luft des inneren Blechcylinders bei Abschlus der äusseren Atmosphäre, oder umgekehrt mit der freien Atmosphäre bei völligem Verschluss des Apparats communicirt.

Die Wirkung dieses Apparats ist folgende: Füllt man das äussere Gefäss bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser und lässt das innere Gefäss bei frei nach aussen durch die Maske entweichender Luft bis auf den Boden hinein, verschliesst dann den Hahn an der Maske und hängt an die Haken Gewichte, so werden diese letzteren — vorausgesetzt, dass sie schwerer sind, als der innere Cylinder — diesen letzteren bis zu einem gewissen, genau zu berechnenden Punkte in die Höhe ziehen und die Luft in demselben in genau zu berechnender Weise verdünnen. Je grösser das angehängte Gewicht, um so stärker ist die Luftverdünnung. Den Grad der Verdünnung kann man am Quecksilber-Manometer bequem ablesen; derselbe entspricht fast vollkommen dem durch die Berechnung aus den angehängten Gewichten ermittelten Werth. Zugleich sinkt das Wasser im äusseren Gefässe, was an der Glasröhre abzulesen ist, und steigt dafür im Verhältniss[1]) im inneren Gefäss in die Höhe. Oeffnet man nun

1) Der Raum des äusseren Gefässes verhält sich zu dem des inneren wie die Quadrate der Durchmesser, also wie $30^2 : 27^2 = 100 : 81$, also ungefähr wie 5 : 4. Der Zwischenraum zwischen dem äusseren und inneren Cylinder verhält sich demnach zu dem des inneren ungefähr wie 1 : 4. Das Wasser wird demnach, wenn es im inneren Cylinder steigt, etwa 4 mal so viel im Zwischenraum an Höhe sinken müssen; den Stand des Wassers in letzterem zeigt die grosse Glasröhre an. Steigt z. B. das Wasser bei Luftverdünnung im inneren Gefässe um 5 Ctm., so sinkt es im Zwischenraum, also in der Glasröhre, um ca. 20 Ctm. Will man die Glasröhre als Wasser-Manometer benutzen, so muss man deshalb zu den 20 Ctm., welche dasselbe anzeigt, noch ¼, also 5 Ctm., hinzufügen, um welche dafür das Wasser im inneren Gefässe gestiegen ist. Der Wasserdruck würde also in diesem Beispiel 25 Ctm. betragen. In ganz gleicher

den Hahn der Maske, so dass die Luft des Cylinders mit der äusseren Atmosphäre communicirt, so saugt der innere Cylinder aus der Atmosphäre Luft an, der Cylinder steigt in die Höhe, aber die Luft in ihm bleibt constant in demselben Grade der Verdünnung — was theoretisch nach physicalischen Gesetzen nothwendig, indem ja permanent der unveränderte Zug derselben Gewichte wirkt, und was fürs Auge am gleichbleibenden Stande des Manometers ersichtlich ist. Wird nun der innere Cylinder, anstatt in Communication mit der äusseren Atmosphäre, durch die Maske in Verbindung mit den Lungen beim Exspiriren gebracht, so erfolgt in gleicher Weise mit constanter Kraft eine Ansaugung der Lungenluft in den Apparat.

Das Aufsteigen erfolgt so lange, bis der Cylinder aus dem Wasser gehoben ist. Damit dieses Herausheben aus dem Wasser nicht gewaltsam geschehe, wobei der Apparat beschädigt werden könnte, dazu sind die oben beschriebenen Klammern an den Eisenstäben angebracht, welche den Cylinder am weiteren Aufsteigen hindern. — Ist der Apparat bis zur Höhe von 20 Ctm. mit Wasser gefüllt — am äusseren Cylinder als „Wasserhöhe" markirt —, so kann der innere Cylinder bei einer Luftverdünnung von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck bis zu einer Höhe von ca. 66 Ctm. aufsteigen, ehe er aus dem Wasser gehoben wird. Da die Benutzung von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck die häufigste ist, so thut man deshalb gut, die Klammern in dieser Höhe, wo sich auch für sie eine Vertiefung in den Eisenstäben befindet, anzuschrauben. Bei geringerer Luftverdünnung könnten die Klammern höher, bei stärkerer niedriger angeschraubt werden, oder, was bequemer, man muss sich im letzteren Falle merken, dass man den Cylinder nicht ganz hinauf bis zu den Klammern aufsteigen lassen darf. — Aendert man die Höhe des Wasserstandes im Apparat, so ändern sich dem entsprechend auch diese Verhältnisse.

Will man dagegen die comprimirte Luft benutzen, so lässt

Weise verhält es sich bei der Compression, bei welcher das Wasser im inneren Gefässe ungefähr um den vierten Theil dessen sinkt, wie es in der Glasröhre steigt.

man den inneren Cylinder bei offenem Hahn zuerst durch angehängte Gewichte in die Höhe gehen, schliesst dann den Hahn, entfernt die Gewichte und legt dafür Gewichte auf den Deckel des inneren Cylinders. Diese zusammen mit dem Gewichte des Cylinders selbst comprimiren die Luft in demselben, was das Manometer anzeigt, und zugleich sinkt das Wasser im inneren, steigt im äusseren Gefäss. Oeffnet man den Hahn nach aussen in die Atmosphäre, oder lässt man aus der Maske inspiriren, so sinkt der Cylinder herab, die Luft desselben behält aber auch hier constant ihren ursprünglichen Verdichtungsgrad (vide Manometer), bis der innere Cylinder zum Boden des äusseren Gefässes angelangt ist.

An der Scala des inneren Cylinders lässt sich ablesen, um wie viele Centimeter mit jedem Athemzuge — sei es bei der Inspiration oder bei der Exspiration — der Cylinder gesunken oder gestiegen ist. Da der Rauminhalt des Cylinders für je 1 Ctm. Höhe bekannt ist — wie wir bald sehen werden, berechnet sich derselbe auf ca. 573 Ccm. —, so lässt sich genau berechnen, wie viel Luft dem Cylinder entweder bei jeder Inspiration entzogen oder bei jeder Exspiration hinzugefügt wird.

Mit diesem Apparat haben wir also erstens erreicht, dass es in unserer Hand steht, durch Vermehrung oder Verminderung der Gewichte nach Belieben jeden gewünschten Grad der Luftverdichtung oder Luftverdünnung zu erzielen, und zweitens, dass dieser Grad während des ganzen Gebrauchs ein constanter bleibt.

Wir haben demnach ein physicalisches Heilmittel gewonnen, welches wir auf das allerexacteste zu dosiren, und wodurch wir auch den strengsten Anforderungen der Wissenschaft zu genügen vermögen.

Ferner lernen wir genau kennen, wie gross das Quantum Luft ist, welches bei der jedesmaligen In- oder Exspiration ein- resp. ausgeathmet wird, können dieses Quantum mit der vitalen Lungencapacität vergleichen, sind also auch in die Lage versetzt,

exacte wissenschaftliche Untersuchungen nach dieser Richtung hin anzustellen.

Ein besonderes Augenmerk habe ich darauf gerichtet, die Gesichtsmasken so construiren zu lassen, dass sie durchaus luftdicht am Gesichte schliessen. Dies ist mir denn auch in vollkommenster Weise gelungen. Ich lasse gewöhnlich drei Grössen der Maske vorräthig halten; den meisten erwachsenen Personen passt die mittlere Grösse. Durch leichtes Biegen lässt sich ein vollkommener Schluss meist auch dann noch erreichen, wenn er ursprünglich nicht vorhanden zu sein scheint. Nur Vollbärte verhindern leicht einen völlig luftdichten Verschluss.

Ob ein Verschluss vorhanden oder nicht, lässt sich beim Gebrauch des Apparats aufs genaueste controliren. Wird nämlich comprimirte Luft mittelst der Maske eingeathmet, so darf der Cylinder nur so lange herabsinken, als der Patient inspirirt, sodann muss der Cylinder unbeweglich stillstehen. Das Gleiche gilt für die Exspiration in verdünnte Luft.

Ich lege ein Gewicht darauf, dass möglichst ein jeder Patient seine eigene Maske besitze. Abgesehen von der möglichen Contagion, gebietet schon der Wunsch nach Reinlichkeit diese Pflicht. Dadurch, dass ich die Masken so anfertigen liess, dass sie von der Hahnvorrichtung getrennt sind und derselben einfach aufgesetzt oder abgenommen werden können, habe ich es erreicht, dass jede Maske einen ziemlich wohlfeilen Preis hat, wodurch das Anschaffen derselben den Patienten erleichtert wird. In Krankenhäusern und in der Armenpraxis wird man sich freilich damit begnügen müssen, mit wenigen Masken auszukommen und die contagiösen Kranken von den sonst gemeinschaftlichen Masken auszuschliessen.

. Ein weiterer Vorzug ist die leichte Handlichkeit des Hahns an der Maske, so dass kein Kranker Schwierigkeit findet, das Oeffnen und Schliessen desselben und somit die Benutzung des Apparats je nach den Respirationsphasen selbst zu reguliren.

Ueberhaupt macht mein pneumatischer Apparat jede Unterstützung durch einen Gehülfen entbehrlich. Ist der Kranke erst einmal instruirt, und dies gelingt sehr bald, so kann

er ohne Mühe alles ohne fremde Hülfe besorgen[1]). Nur, falls er ganz besonders schwächlich ist, mag er sich von einem anderen die Gewichte anhängen, resp. abnehmen oder aufsetzen lassen. Da dies während einer Sitzung nur wenige Male geschieht und sich die Gewichte überdies aus kleinen Stücken zusammensetzen lassen, so wird diese Hülfe nur in den seltensten Fällen wirklich nothwendig werden — höchstens hier und da erwünscht sein.

Freilich hat mein Apparat dem Hauke'schen gegenüber auch einen unbestreitbaren Nachtheil. Während der Hauke'sche klein, fast compendiös ist, hat der meinige bereits eine ziemliche Grösse — und dem entsprechend auch einen viel höheren Preis.

Leider liess sich derselbe, unbeschadet seiner Wirkung und Annehmlichkeit für den Gebrauch, kleiner nicht gut construiren. Eher wäre es sogar erwüsncht gewesen, ihn in grösseren Dimensionen zu haben, weil er dann durch eine noch grössere Zahl von Athemzügen aushielte. Aber wollte man seinen Umfang vergrössern, so müssten auch im Verhältniss zu den Quadraten des Durchmessers die zu gebrauchenden Gewichte vermehrt werden, was umbequem wäre; wollte man ihn dagegen höher machen, so wäre es nicht leicht für kleinere Personen, mit den Händen hinaufzureichen. — Mir schien demnach die Grösse und der Umfang des Apparats, wie ich sie gewählt, noch am besten allen Anforderungen der Bequemlichkeit, so weit sie unbeschadet der Wirksamkeit zu erzielen waren, zu genügen.

Die Kraftwirkung des eben beschriebenen Apparats lässt sich sehr leicht berechnen:

Das Gewicht der Atmosphäre auf ein Quadrat - Centimeter Fläche beträgt bekanntlich im Mittel 1033 Gramm. Die Ober-

1) Selbstverständlich gilt dies nur von der technischen Ausführung. Die Bestimmung über die Art des Gebrauchs und namentlich die Dosirung der Gewichte muss sich der Arzt aufs strengste vorbehalten. Da wir, wie wir später sehen werden, es hier mit einem sehr energischen Heilmittel zu thun haben, so hat der Arzt die Behandlung dauernd aufs sorgfältigste zu überwachen. Am besten geschieht dies, wenn die Behandlung im Hause des Arztes, also unter seinen Augen statt hat. Nur wo es durchaus nothwendig ist, entschliesse man sich, den Apparat den Patienten selbstständig in die Hand zu geben. Ich komme später noch darauf zurück.

fläche des inneren Cylinders unseres Apparats ($r^2 \pi$) beträgt $\left(\frac{27}{2}\right)^2 \pi$ = ca. 572,8 Quadrat-Centimeter. Der Druck einer Atmosphäre auf dieselbe berechnet sich demnach auf 1033 . 572,8 Gramm = 591,7 Kilogramm = ca. 1183 Pfund. Hiernach lässt sich bequem berechnen, welchem Atmosphärendruck jede beliebige Zahl von Gewichten, die man auf den Apparat stellt oder anhängt, entspricht. Die nachstehende Tabelle giebt die Verhältnisse an.

Der Bequemlichkeit halber können wir bei der Berechnung an Stelle von 1183 Pfund die runde Zahl 1200 Pfund (= 600 Kilogramm) setzen. Der Fehler für das Endresultat wird hierdurch nicht bedeutend genug, um berücksichtigt werden zu müssen. Ueberdies kommt noch ein — wenn auch auf ein sehr geringes Maass reducirter — Factor, der der Reibung[1]) hinzu, der ganz oder theilweise diesen Fehler zu compensiren vermag.

Pfund =	Atmosphärendruck =	Quecksilberdruck [2]) =	Wasserdruck [3]).
		Mm.	Ctm.
1200	1	760	1033
1	1/1200	0,63	0,86
3	1/400	1,9	2,6

1) Bei schlecht gearbeiteten Apparaten kann der Factor der Reibung ein so bedeutender werden, dass dieser einen beträchtlichen Theil der Wirkung hinweg nimmt. Dasselbe kann geschehen, wenn der Apparat nicht gut, z. B. auf schiefem Fussboden, aufgestellt ist, so dass sein Boden nicht horizontal steht.

2) Diese Zahl, eben so wie die beim Wasserdruck angegebene, entspricht dem mittleren Barometerdruck und ist selbstverständlich je nach dem Luftdruck veränderlich. Daraus folgt, dass auch die übrigen Zahlen, welche oben für den Quecksilber- und Wasserdruck angegeben sind, den gleichen Schwankungen unterliegen. Die Differenz wird namentlich sehr hervortreten, wenn der Apparat im Hochgebirge aufgestellt wird, wo der Luftdruck ein viel geringerer ist.

3) Die in dieser Reihe aufgeführten Zahlen entsprechen dem absoluten Wasserdruck bei mittlerem Barometerstand. Das Wasser-Manometer am Apparat zeigt natürlich nicht diese Zahlen, sondern ganz andere an. Wie bereits früher ausgeführt, macht dasselbe nur ersichtlich, welchen Stand das Wasser im äusseren Cylinder hat, und man muss sodann noch berechnen, wie hoch es im inneren Cylinder steht. Erst die Differenz beider bezeichnet den Wasserdruck. — Beim Anhängen von Gewichten steigt der innere Cylinder bei geschlossenem Hahn um so viel in die Höhe, als das Wasser in ihm steigt.

Pfund	= Atmosphärendruck	= Quecksilberdruk Mm.	= Wasserdruck. Ctm.
5	1/240	3,1	4,3
6	1/200	3,8	5,2
8	1/150	5,1	6,9
10	1/120	6,3	8,6
12	1/100	7,6	10,3
15	1/80	9,5	13
17	1/70	10,9	14,8
18	1/66	11,4	15,3
20	1/60	12,6	17,2
24	1/50	15,2	20,6
25	1/48	15,8	21,5
27	1/44	17,1	23,3
30	1/40	19,0	26,0
33	1/36	21,1	28,7
35	1/34	22,1	30,3
36	1/33	22,8	31,0
40	1/30	25,3	34,4
42	1/28 bis 1/29	26,6	36,3
45	1/26 bis 1/27	28,4	38,7
48	1/25	30,4	41,3
50	1/24	31,6	43,0
55	1/22	34,7	47,3
60	1/20	38,0	51,6

Die Berechnung ist eine sehr einfache, so dass ein jeder, auch ohne diese Tabelle zur Hand zu haben, sich selbst sofort die Zahlen wird finden können.

Diese Zahlen dienen zur genauen Dosirung der Gewichte, welche man anzuwenden hat, um eine intendirte, ganz bestimmte Druckwirkung zu erzielen.

Es ist hierbei nur noch zu berücksichtigen, dass auch das Gewicht des inneren Cylinders selbst bei der Berechnung in Auschlag zu bringen ist, dasselbe beträgt etwas über 10 Pfund. Will man die Luft comprimiren, so hat man demnach 10 Pfund weniger, als man wirken lassen will, auf den Cylinder aufzulegen; umgekehrt muss man zur Luftverdünnung 10 Pfund mehr anhängen. Will man z. B. 30 Pfund Druckkraft = 19 Mm. Quecksilberdruck = 1/40 Atmosphäre in Anwendung bringen, so hat man zur Compression nur 20 Pfund Gewichte aufzulegen, dagegen zur Luftverdünnung 40 Pfund anzuhängen.

Der Apparat scheint mir durch seine Exactität aufs vollkommenste allen Anforderungen zu entsprechen, welche die Wissenschaft an ihn zu stellen vermag, und dass er sich auch in der Praxis ebenso vollständig bewährt hat, dies werden, so hoffe ich, meine therapeutischen Beobachtungen, welche alle Erwartungen übertrafen, untrüglich beweisen.

Methode der Anwendung des pneumatischen Apparats.

Der transportable pneumatische Apparat kann in vierfacher Weise benutzt werden:

1) zur Einathmung comprimirter Luft,
2) zur Einathmung verdünnter Luft,
3) zur Ausathmung in verdünnte Luft,
4) zur Ausathmung in comprimirte Luft.

Nur die letzte dieser vier Methoden ist bisher therapeutisch nicht verwerthet worden, die ersten drei dagegen haben ihre feststehenden Indicationen bei bestimmten Erkrankungen, gegen die sie erfolgreich wirksam sind.

Will man den Apparat in der einen oder anderen Weise benutzen, so fülle man den äusseren Cylinder zunächst mit Wasser und zwar am zweckmässigsten bis zu einer Höhe von 20 Ctm. unter seinem oberen Rande — wo am Apparat durch eine Marke „Wasserstandshöhe“ angezeichnet ist. Es genügt, wenn das Wasser ungefähr jede Woche einmal erneuert wird[1]).

Man darf den Apparat deshalb nicht höher hinauf mit Wasser füllen, weil bei der Luftcompression das Wasser im äusseren Gefässe steigt, es also überlaufen würde. Eine Wasserstandshöhe

---

1) Zum Ablassen des Wassers thut man gut, an dem unteren Ablassrohr des äusseren Cylinders einen Schlauch zu befestigen und diesen in ein Gefäss zu leiten. Um das Ablaufen des Wassers zu beschleunigen, ist es zweckmässig, ausserdem noch einen oder mehrere lange Schläuche von oben in das Wasser hineinzuführen, dann am freien Ende anzusaugen und dasselbe, welches länger sein muss als der in das Wasser hineinreichende Theil des Schlauches, in ein Gefäss herabhängen zu lassen. Die Schläuche wirken dann als Heber.

von 20 Ctm. reicht ungefähr für eine Luftcompression bis zu $^1/_{40}$ Atmosphärendruck (Auflegen von 20 Pfund Gewichten) aus; jedoch hat man die Vorsicht zu gebrauchen, die ganzen Gewichte nicht auf einmal, sondern in kleinen Stücken nach einander aufzulegen. Will man, was äusserst selten indicirt ist, eine grössere Compression benutzen, so darf der Cylinder nur in entsprechend geringerer Höhe mit Wasser gefüllt werden. Für den gewöhnlichen Gebrauch jedoch ist es gut, nicht weniger Wasser, als angegeben, einzufüllen, weil mit der Verkleinerung der Wasserhöhe auch das zur Disposition stehende Luftquantum sich verringert.

1. Einathmung comprimirter Luft.

Um comprimirte Luft einathmen zu lassen, hat man zuvor den inneren Cylinder mit Luft zu füllen. Zu diesem Zwecke hängt man bei geöffnetem Hahn so viel Gewichte an die Haken, dass dieselben das Gewicht des inneren Cylinders (ca. 10 Pfund) übertreffen, also beispielsweise 15 — 30 Pfund. Der Cylinder steigt sodann in die Höhe, von aussen Luft ansaugend.

Will man statt der Zimmerluft frische Luft von aussen in den Apparat leiten, so halte man das mit dem geöffneten Hahn in Verbindung stehende Schlauchende oder einen grösseren an den Hahn angefügten Schlauch aus dem Fenster hinaus. Man mache hiervon nur dann Gebrauch, wenn die Zimmerluft offenbar unrein ist, sei es durch den Aufenthalt vieler Menschen bei ungeeigneter Ventilation, sei es dass der Apparat im Schlafzimmer des Patienten aufgestellt ist, oder durch ähnliche Ursachen. Man sei jedoch stets damit vorsichtig, sobald die Temperatur im Freien erheblich niedriger ist, als im Zimmer. Einer meiner Patienten, der den Apparat in seiner Wohnung gebrauchte, zog sich einmal dadurch, dass er gegen meine Vorschrift Luft von aussen bei einer Temperatur von — 8° in seinen Apparat hineinleitete, eine erhebliche Recidive seines Hustens zu.

Sobald nun der Cylinder bis nahe an die Klammern hinaufgestiegen ist, schliesse man den Hahn und entferne die Gewichte von den Haken.

Ist dies geschehen, so ist bereits die Luft im Apparat um das Gewicht des Cylinders comprimirt, und dieser sinkt deshalb ein wenig herunter. Da das Gewicht des Cylinders ungefähr 10 Pfund beträgt, so ist die Luft um ca. $^1/_{120}$ Atmosphärendruck verdichtet.

Will man, wie dies fast immer der Fall, eine stärkere Luftcompression anwenden, so lege man noch so viele Gewichte auf den Cylinder, als man nach der Berechnung intendirt. Will man beispielsweise $^1/_{60}$ Atmosphärendruck benutzen, so entspricht diesem, da der Druck einer Atmosphäre auf die Cylinderoberfläche ca. 1200 Pfund beträgt, ein Gewicht von $^{1200}/_{60} = 20$ Pfund. Rechnet man von diesen 20 Pfund das 10 Pfund betragende Gewicht des Cylinders ab, so bleibt ein Rest von 10 Pfund, die man demnach aufzulegen hat.

Man lege die Gewichte stets möglichst auf die Mitte der Cylinderoberfläche, — dieselbe ist durch einen Ring angezeichnet — weil sonst der Cylinder nach der einen oder anderen Seite ein Uebergewicht erhält und dadurch beim Gebrauch eine Reibung veranlasst, welche einen, wenn auch nur kleinen, Theil der Druckwirkung aufhebt.

Am häufigsten benutze ich eine Luftcompression von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck und steige nur sehr allmälig auf $^1/_{48}$ bis $^1/_{40}$ Druck, äusserst selten mehr. Diesen Druckkräften entsprechen auf den Cylinder aufzulegende Gewichte von 10—15—20 Pfund, am häufigsten anzuwenden 10 Pfund. In manchen Fällen, besonders bei zarten Personen, beginne ich die Behandlung mit einem viel geringeren Druck, nämlich mit $^1/_{80}$ Atmosphärendruck, welchem 5 Pfund aufgelegte Gewichte entsprechen, und ich steige dann nur ganz allmälig von Pfund zu Pfund.

Ist nun der Apparat in der Weise vorbereitet, dass die Luft desselben in dem gewünschten Grade verdichtet ist, so nehme der Kranke die seinem Gesichte vorher angepasste[1]), nunmehr an den Hahn des Schlauches befestigte Maske und halte sie sich mit der linken Hand luftdicht vor Mund und Nase. Er hat hierbei darauf

1) Vergl. oben das Nähere über den luftdichten Schluss der Masken.

zu achten, dass er sich die mit der äusseren Atmosphäre communicirende Oeffnung des Hahns nicht mit der Hand verschliesse. Ist dieselbe frei, so kann er unter der luftdicht anliegenden Maske, so lange der zum Apparat führende Hahn verschlossen bleibt, ruhig athmen, indem durch die angegebene Oeffnung eine genügende Communication mit der äusseren Luft vorhanden ist.

Nunmehr öffne der Kranke, sobald er eine Inspirationsbewegung ausführen will, mit der rechten Hand schnell und vollständig den zum Apparat führenden Hahn und athme möglichst tief mit geöffnetem Munde die einströmende comprimirte Luft so lange ein, als er die Inspirationsstellung überhaupt einzuhalten vermag. Sodann schliesse er wieder den Hahn eben so schnell und vollständig, wie er ihn vorher geöffnet, und athme dann ruhig, aber möglichst tief — jedoch nicht in forcirter Weise — aus, wobei die ausgeathmete Luft durch die nach aussen führende Oeffnung des Hahns entweicht. Sodann folgt eine neue Inspiration in gleicher Weise, wie oben angegeben, und so fort.

Der Kranke braucht auf diese Weise während der ganzen Procedur die Maske nicht vom Gesichte zu entfernen. Wer es indess vorzieht — und dies geschieht meist die ersten Male, wenn der Kranke noch nicht genügend eingeübt ist, oder wenn er sich gar vor dem Verfahren als etwas Unbekanntem fürchtet —, kann auch die Maske nach jeder Inspiration und nach Schluss des Hahns vom Gesichte entfernen, und in die freie Luft exspiriren oder auch noch einige Athemzüge in freier Luft machen, ehe er von neuem mit der Maske die comprimirte Luft inspirirt. Hat der Kranke erst das Verfahren genügend kennen gelernt und ist er nicht zu dyspnoëtisch, so verzichtet er von selbst darauf, nach jeder Inspiration die Maske zu entfernen, sondern athmet ohne Unterbrechung unter der Maske. Aber auch in diesen Fällen hat man gerade im Gegentheil darauf zu achten, dass die Kranken das Einathmen der comprimirten Luft nicht so lange ausdehnen, um sich dadurch angestrengt zu fühlen, sondern dass sie nach einer grösseren oder geringeren Zahl von Athemzügen stets eine kleine Pause machen — der eine häufiger und länger als der andere, je nach der Individualität des Erkrankten.

Eine fremde Hülfe zum Vorhalten der Maske und zum Oeffnen des Hahns bedarf der Kranke gewöhnlich nur das erste Mal. Sehr bald erlernt er das einfache Verfahren, und es ist darauf zu halten, dass er es schnell erlerne; denn selbst vermag der Einathmende den Hahn je nach seiner Respirationsphase besser zu reguliren, als es einer fremden Hülfe auszuführen möglich ist.

Die Einathmung geschieht am zweckmässigsten im Stehen, weil in dieser Position der Thorax sich am wenigsten gehindert nach allen Richtungen ausdehnen kann, wie ja namentlich auch die Spirometrie ergeben hat. Schwächlichen Personen jedoch gestatte man, sitzend zu inspiriren. Die etwas geringere Leistung wird hierbei reichlich durch die wegfallende Anstrengung des Stehens aufgewogen. Nur in Ausnahmefällen bei bettlägerigen Kranken wird man die liegende Stellung benutzen; will man hierbei überhaupt noch zu dem Mittel greifen, wird man die Kranken wenigstens möglichst aufrecht im Bette sitzen lassen.

Was die Zeitdauer des Verfahrens betrifft, so ist es zweckmässig, diese nach der Zahl der Cylinderfüllungen zu bemessen.

Eine Cylinderfüllung berechnet sich[1]), bei einem Wasserstand von 20 Ctm. und beim Heraufheben des Cylinders bis zu den Klammern, auf ca. 49260 Ccm. und nach Abzug dessen, was im Cylinder nach dem Gebrauch noch an Luft zurückbleibt, also zur Athmung dargeboten wird, auf ca. 37800 Ccm. Dieses Quantum reicht je nach der vitalen Lungencapacität des Kranken und der Ausdehnbarkeit seines Thorax gewöhnlich für 15—25 Athemzüge aus. Indess giebt es auch Kranke, die einerseits eine viel gerin-

1) Höhe der Luftsäule oberhalb des oberen Randes des äusseren Cylinders = 66 Ctm. Beim Auflegen von Gewichten sinkt zwar der Cylinder um eine bestimmte Grösse herab, aber ungefähr um eben so viel sinkt auch der Wasserstand in demselben 1 Ctm. Höhe der Luftsäule beträgt 572,8 Ccm., folglich enthält der Cylinder 66 . 572,8 Ccm. = 37805 Ccm. zum Gebrauch dienende Luft. Hierzu kommt noch eine Luftsäule von 20 Ctm. Höhe = 20 . 572,8 Ccm. = 11456 Ccm. vom Mantel des äusseren Cylinders eingeschlossen, die aber im Cylinder zurückbleibt und nicht zur Einathmung gelangt. Summe 49261 Ccm.

gere Athemgrösse besitzen und den Cylinder nur in 25—50 und selbst nur 60 Athemzügen leeren, andere, die schon in 10—15 und in Ausnahmefällen sogar schon in 8—10 Zügen die Luft verbrauchen[1]). Anstatt nach der Zahl der Athemzüge, kann man den Luftverbrauch zweckmässig auch nach der Höhe bemessen, um welche bei jeder Inspiration der Cylinder heruntersinkt. Für gewöhnlich beträgt dieses Maass ca. 2,5—4 Ctm., in extremen Fällen werden auf der einen Seite nur 1—2 Ctm., auf der anderen 4—6 bis selbst 8 Ctm. zu Stande gebracht.

Je nachdem nun ein Kranker mehr oder weniger Athemzüge braucht, um die Luft einer Cylinderfüllung zu inspiriren, in dem gleichen Verhältniss ungefähr wird er mehr oder weniger Cylinderfüllungen in jeder Sitzung anzuwenden haben. Sehr schwächliche Personen, die bei jedem Athemzuge nur etwa 1 bis höchstens 2 Ctm. der Luftsäule inspiriren, oder mit anderen Worten die einen Cylinder kaum in 30—60 Athemzügen entleeren, werden sich in den ersten Sitzungen mit einer einzigen Cylinderfüllung — mit vielen eingeschalteten Ruhepausen — begnügen können und nur allmälig auf 2 bis höchstens 3 Füllungen täglich steigen. Andere dagegen, die, wie am häufigsten, 2,5—4 Ctm. Höhe der Luftsäule mit jeder Inspiration aufnehmen, können schon in der ersten Sitzung 2—3 Cylinderfüllungen gebrauchen und allmälig auf 4—6 täglich steigen. Personen mit noch grösserer vitaler Lungencapacität können den Gebrauch noch weiter steigern.

Am Ende des Verbrauchs einer jeden Cylinderfüllung lasse ich gewöhnlich eine kürzere oder längere Ruhepause einschalten. Diese wird theilweise dadurch ausgefüllt, dass der Cylinder von neuem in der oben bezeichneten Art mit frischer Luft gefüllt und sodann in der früheren Weise mit gleich vielen — oder will man steigen, mit mehr — Gewichten belastet wird.

Mit Einschluss der Ruhepausen dauert jede Sitzung etwa

---

1) Da die Inspiration comprimirter Luft gewöhnlich nicht nach forcirter, sondern nach gewöhnlicher oder nur wenig tiefer Exspiration ausgeführt wird, so kommt nicht bei der Inspiration das volle Maass der vitalen Lungencapacität in Betracht. Freilich wird das Luftquantum andererseits wieder vermehrt durch stärkere Ausdehnung des Thorax (vergl. unten).

10—30 Minuten. Vor und nach derselben lasse man den Kranken mindestens noch 15 Minuten ausruhen. Man vermeide überhaupt den Gebrauch des Apparats, so lange der Kranke irgend wie erhitzt oder von einer unmittelbar vorangegangenen Beschäftigung noch angestrengt ist.

Gewöhnlich lasse ich das Verfahren nur einmal täglich gebrauchen, selten zweimal.

2. Einathmung verdünnter Luft.

Auch zur Einathmung der verdünnten Luft fülle man zunächst den Cylinder mit Luft ganz in derselben Weise, wie für die Einathmung comprimirter Luft. (Man kann zum Hinaufziehen des Cylinders sofort dieselbe Zahl von Gewichten anhängen, die man später zum Luftverdünnen braucht.) Ist nun der Cylinder bis zu den Klammern hinaufgestiegen, also mit Luft gefüllt, so schliesst man den Hahn zur Maske und hängt so viele Gewichte an die Schnüre (resp. lässt die früher angehängten Gewichte an denselben zurück), als man zur beabsichtigten Luftverdünnung benutzen muss.

Will man verdünnte Luft einathmen, so hat man den vollen Widerstand der Luftverdünnung durch seine Inspirationsmuskeln zu überwinden. Oeffnet man den Hahn, während die Luft verdünnt ist, so steigt der Cylinder vermöge des Zuges der angehängten Gewichte in die Höhe, von aussen Luft ansaugend. Nun soll, während der Kranke aus dem Cylinder inspirirt, nicht nur das Streben des Cylinders, hinaufzusteigen, überwunden, sondern dazu noch so viel Kraft aufgewendet werden, um ihn sogar zum Herabsinken zu bringen, d. h. ihm Luft zu entziehen. Begreiflicherweise gehört hierzu bereits ein gewisser Vorrath an Muskelkraft, und sehr schwächliche Personen können nur mit Mühe dieses Experiment ausführen.

Hieraus schon ist ersichtlich, dass wenn man verdünnte Luft inspiriren lassen will, man zunächst mit einem sehr geringen Grad der Luftverdünnung sich begnügen muss.

Gewöhnlich beginne ich damit, im Ganzen nur 15 Pfund (an jeder Schnur 5 Pfund) an die Haken anzuhängen; dies ergiebt nach Abzug des Cylindergewichts nur eine Differenz von 5 Pfund $= \frac{5}{1200} = \frac{1}{240}$ Atmosphärendruck Luftverdünnung. Allmälig steige ich bis zu einer Luftverdünnung von $\frac{1}{120}$—$\frac{1}{60}$ Atmosphärendruck (Anhängen von 20—30 Pfund), je nach dem Kräftezustand des Patienten.

In der Regel vermag der Kranke mit jeder Inspiration den Cylinder nur um 1—3, höchstens 4—5 Ctm. (nur in Ausnahmefällen, bei bereits sehr vorgeschrittener Besserung oder Heilung, mehr, selbst 6—7 Ctm.) zum Sinken zu bringen. Es reicht deshalb meist eine einzige Cylinderfüllung für jede Sitzung aus.

Fast regelmässig wende ich die Einathmungen verdünnter Luft nicht für sich allein an, sondern gleichzeitig mit der Einathmung comprimirter Luft, wenn für diese keine Contraindication vorhanden. Ich verfahre dann grösstentheils derart, dass ich zuerst einige Cylinder comprimirte Luft, dann nach einer Pause von 10—15 Minuten ein bis höchstens zwei Cylinder verdünnte Luft und zum Schluss nach einer nochmaligen gleich langen Pause wieder 1 bis 2 Cylinder comprimirte Luft einathmen lasse.

Die Inspiration geschieht mit offenem Munde innerhalb der Maske, in ganz gleicher Weise, wie oben für die comprimirte Luft beschrieben. Auch die übrigen Vorschriften sind für beide Methoden dieselben. Der Kranke hat stehend zu inspiriren. Ist er zu schwach, um im Stehen das Verfahren zu gebrauchen, so ist er meist für die Inspiration verdünnter Luft überhaupt zu schwach, und man verzichte für gewöhnlich hierauf so lange, bis der Kräftezustand sich gehoben hat.

Man kann auch die Luftverdünnung in anderer Weise zur Inspiration benutzen — nach einer zweiten Methode, die jedoch für gewöhnlich viel weniger empfehlenswerth ist:

Befindet sich nämlich der innere Cylinder in seiner ganzen Höhe innerhalb des äusseren eingeschlossen, so enthält er ein gewisses Luftquantum (20 . 573 Ccm. = 11460 Ccm.), welches bei offenem Hahn unter gewöhnlichem Atmosphärendruck steht.

Versucht man nun, mittelst der Maske durch eine tiefe Inspiration dem Cylinder Luft zu entziehen, so verdünnt man, entsprechend dem herausgezogenen Luftquantum, die Luft im Cylinder; das Wasser steigt in demselben in die Höhe, sinkt im äusseren Cylinder, also auch in dem als Wassermanometer dienenden Glasrohr, und das Quecksilbermanometer zeigt den Grad der stattgehabten Luftverdünnung an. Lässt man nun noch weiter aus dem Cylinder inspiriren, so wird mit jedem neuen Athemzuge die Luft im Cylinder noch mehr verdünnt, und dem entsprechend stösst mit jeder neuen Inspiration diese auf einen immer grösser werdenden Widerstand. Endlich wird der Widerstand, den die Luftverdünnung darbietet, so gross, dass die Inspirationskraft nicht mehr im Stande ist, ihn zu überwinden, und dann sind weitere Inspirationsversuche fruchtlos. Man hat in diesem Verfahren gleichsam eine andere Methode der Pneumatometrie, und in einzelnen Versuchen, die ich anstellte, schienen die damit gewonnenen Resultate im Grossen und Ganzen mit den gewöhnlichen pneumatometrischen Ergebnissen übereinzustimmen [1]).

Als therapeutische Methode darf das zuletzt angegebene Verfahren nur mit Vorsicht gebraucht werden, da es im hohen Grade anstrengt. Ich benutze es nur vorübergehend, um von Zeit zu Zeit gleichsam eine Kraftprobe anzustellen, bis zu welchem Grade ein Kranker ein gewisses Maximum der Luftverdünnung leicht oder schwer zu überwinden vermag. Ferner wende ich es zuweilen an, wenn die Besserung und Kräftigung des Kranken bereits so weit vorgeschritten ist, dass man ihm eine stärkere

---

1) Die vergleichenden Untersuchungen lassen sich deshalb nur in beschränktem Maasse ausführen, weil der pneumatische Apparat und das daran befindliche Quecksilbermanometer nur eine Luftdruckdifferenz bis zu 80—90 Mm anzuzeigen vermag, während mein Pneumatometer auch bei weitem höhere Werthe messen lässt. Bei Personen, welche ein hohes pneumatometrisches Maass darboten, fand ich denn auch, dass sie im Stande waren, die Luft im Apparat bis zu ihrem höchsten Grade zu verdünnen, d. h. so weit, dass der Wasserstand im äusseren Cylinder bis nahe zum Boden herabsank und das Quecksilbermanometer seinen höchsten Werth zeigte — derart, dass das Quecksilber in den Luftbehälter hinüberzulaufen drohte.

Kraftübung zumuthen darf. Ich benutze es dann immer in Einschaltung zwischen der Einathmung comprimirter Luft. Für gewöhnlich jedoch ziehe ich als Therapeuticum die erstere Methode bei weitem vor.

Das Wesentliche, wodurch sich beide Methoden von einander unterscheiden, lässt sich folgendermassen formuliren: Bei der ersteren Methode athmet der Kranke während der ganzen Sitzung eine Luft von constanter Verdünnung, bei letzterer eine mit allmälig steigender Verdünnung ein; bei ersterer bleibt demnach der durch die Inspiration zu überwindende Widerstand constant, bei letzterer steigert er sich mit jedem Athemzuge so weit, bis er nicht mehr zu ertragen ist.

3. Ausathmung in verdünnte Luft.

Um die verdünnte Luft zur Exspiration zu benutzen, hänge man an die Haken der Schnüre bei geschlossenem Hahn so viele Gewichte, als man zur beabsichtigten Luftverdünnung gebraucht.

Am häufigsten wende ich eine Verdünnung von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck an. Dies entspricht 20 Pfund Gewichten, zu welchen noch das Gewicht des Cylinders = 10 Pfund hinzugezählt werden muss, also im Ganzen 30 Pfund. Es kommen demnach an jede der drei Schnüre je 10 Pfund. Man thut gut, die drei Schnüre stets mit gleichen — oder doch nahezu gleichen — Gewichten zu belasten, damit der Cylinder gerade in der Mittellinie sich bewege und eine Reibung vermieden werde.

In seltneren Fällen fange ich mit einer geringeren Zahl von Gewichten an, kaum je aber mit weniger als mit Anhängen von 24 oder 25 Pfund = ca. $^1/_{80}$ Atmosphärendruck.

Steigern lasse ich nur allmälig, meist um je 3 Pfund. Aeusserst selten lasse ich mehr als höchstens 40—45 Pfund als Maximum anhängen, was einer Verdünnung von ca. $^1/_{40}$ bis $^1/_{34}$ Atmosphärendruch entspricht.

Nachdem die Gewichte angehängt, halte der Kranke mit seiner linken Hand die Maske luftdicht vor Mund und Nase, athme erst ruhig einige Male unter der Maske durch die mit der äusse-

ren Atmosphäre communicirende Oeffnung, mache sodann eine tiefe Inspiration und öffne, sobald dieselbe beendet, schnell und vollständig den zum Apparat führenden Hahn mit der rechten Hand. Nunmehr athme er mit offenem Munde so tief als er irgend vermag, aber möglichst ohne sich anzustrengen, in die Maske hinein, wobei dann der Cylinder des Apparats in die Höhe steigt. Sobald die Exspiration vollendet, wird der Hahn wieder schnell und vollständig geschlossen. Es beginnt sodann von neuem eine tiefe Inspiration, darauf wieder Oeffnung des Hahns und Ausathmen in den Apparat hinein, so lange bis der Cylinder so weit in die Höhe gestiegen ist, um nahezu die Klammern zu berühren.

Ist dies geschehen, so werden die Gewichte von den Haken abgenommen, ein beliebiges Gewicht auf den Cylinder aufgesetzt und sodann der Hahn geöffnet. Nun sinkt der Cylinder herab, und sobald er den Boden berührt und der Wasserstand im äusseren Cylinder wieder zu seiner ursprünglichen Linie zurückgekehrt ist, wird der Hahn geschlossen, die Gewichte werden vom Cylinder abgenommen und dafür wieder die früheren Gewichte an den Cylinder angehängt. Nun beginnt die Athmung von neuem in der früheren Weise.

Was die Zeitdauer für die jedesmalige Anwendung dieses Verfahrens betrifft, so gilt im allgemeinen dasselbe, was ich oben bei der Einathmung comprimirter Luft des Näheren ausgeführt habe. Auch hier zähle ich gewöhnlich nach Cylinderfüllungen, und lasse je nach der vitalen Capacität des Patienten das erste Mal meist nur 1—2 Cylinder gebrauchen, später auf 3—6 (selten mehr) in jeder Sitzung steigen. Meistentheils begnüge ich mich mit einer Sitzung täglich, selten zwei.

Zu bemerken ist noch, dass bei der Ausathmung in verdünnte Luft grösstentheils der Cylinder in weniger Athemzügen gefüllt ist, als er bei der Inspiration comprimirter Luft sich leert. Dies rührt davon her, dass bei dieser letzteren der Einathmung von comprimirter Luft keine forcirte Exspiration vorherzugehen braucht, wogegen bei der ersteren meist eine sehr tiefe Inspiration der Exspiration vorausgeschickt wird, also hier mehr Luft zur Ausathmung gelangt, als dort zur Einathmung.

Die Zahl der Athemzüge, welche zum Hinaufsteigen des Cylinders erforderlich ist, beträgt in den meisten Fällen 10—20; indessen kommen gar nicht selten Fälle vor, in welchen 8—10 oder selbst 6—8 Züge hierzu ausreichen; andere hinwiederum, in welchen 20—40 oder — namentlich bei hochgradigen Emphysematikern und Greisen — selbst 40—60 Athemzüge zur Hebung eines Cylinders erforderlich sind. Drücken wir dies in anderer Weise aus, indem wir messen, um wie viel der Cylinder bei jeder Exspiration gehoben wird, so erhalten wir in den meisten Fällen 3—6 Ctm., in den Extremen auf der einen Seite nur 1—3 Ctm., auf der anderen 6—10 Ctm.

Je nach dem Kräftezustand des Patienten müssen häufigere oder seltenere, längere oder kürzere Ruhepausen während des Gebrauchs eintreten.

Ueber die Stellung des Patienten gilt auch hier das oben bei der Einathmung comprimirter Luft Angegebene.

In vielen Fällen indicirt die Erkrankung sowohl die Inspiration comprimirter Luft als auch die Exspiration in verdünnte Luft. In solchen Fällen habe ich es grösstentheils für nützlich gefunden, beide Verfahren derart mit einander zu combiniren, dass der Kranke zuerst eine oder mehrere Cylinderfüllungen comprimirter Luft inspirire, sodann nach einer Pause von mindestens 15 Minuten die Exspiration in verdünnte Luft vornehme (gewöhnlich 1—3 Cylinderfüllungen) und am Schluss, wiederum nach einer gleich langen Pause, noch einen Cylinder comprimirte Luft einathme. Es giebt jedoch auch andere Fälle, in denen es nützlicher ist, die Luftcompression am Schlusse zu vermeiden. Das Nähere hierbei werde ich später im therapeutischen Theile ausführen.

Benutzt man denselben Apparat zur Ausathmung in verdünnte Luft und zur Einathmung comprimirter Luft, so hat man darauf zu achten, dass man nach dem Gebrauch der ersteren, bevor man zu letzterer schreitet, stets die kohlensäurehaltige Exspirationsluft aus dem Cylinder entferne. Zu diesem Zwecke begnüge man sich nicht damit, den mit der Exspirationsluft gefüllten

Cylinder durch Auflegen von Gewichten bei offenem Hahn zu entleeren — denn es bleibt ja noch ein ziemlich erheblicher Rest von Luft im Cylinder zurück —, sondern nachdem der Cylinder geleert, fülle man ihn durch Anhängen von Gewichten zum öfteren von neuem mit frischer Luft und leere sie durch Auflegen von Gewichten wieder aus. Man thut hierbei gut, den Cylinder vorsichtig aus dem Wasserspiegel zu heben, damit die Lufterneuerung um so vollständiger geschehen könne.

4. **Exspiration in comprimirte Luft.**

Dieses Verfahren habe ich bisher therapeutisch noch nicht erprobt, sondern nur Versuche an Gesunden damit gemacht. Die physiologische Wirkung desselben werde ich später erörtern.

Will man es versuchen, so wird man jedenfalls nur mit sehr geringer Luftcompression beginnen dürfen, und zum Anfang reicht die durch das Gewicht des Cylinders allein bedingte Compression (= $^1/_{120}$ Atmosph.) nicht bloss aus, sondern dieselbe wird zweckmässig noch zu reduciren sein durch Anhängen von etwa 3 Pfund an die Schnüre. Es wäre dann eine Compression von nur 7 Pfund vorhanden, welche ca. $^1/_{170}$ Atmosphärendruck entspricht. Allmälig liesse sich die Compression steigern, doch zu therapeutischen Zwecken schwerlich über $^1/_{80}$ Atmosphärendruck, d. h. Auflegen von 5 Pfund auf den Cylinder.

Eine Verbesserung meines pneumatischen Apparats.

Bei der fortgesetzten Anwendung meines Apparats traten mir zwei Mängel hervor, die zwar das Princip und die Leistungsfähigkeit desselben nicht berühren, deren Abstellung mir aber nichts desto weniger wünschenswerth schien.

1. Von dem Rauminhalt des inneren Cylinders geht ein zu grosser Theil für den Gebrauch der comprimirten sowohl wie der verdünnten Luft dadurch verloren, dass das Wasser nur bis zu ungefähr 20 Ctm. eingefüllt werden kann. Würde man den Ap-

parat höher hinauf mit Wasser füllen, so würde dieses bei der Compression der Luft überlaufen.

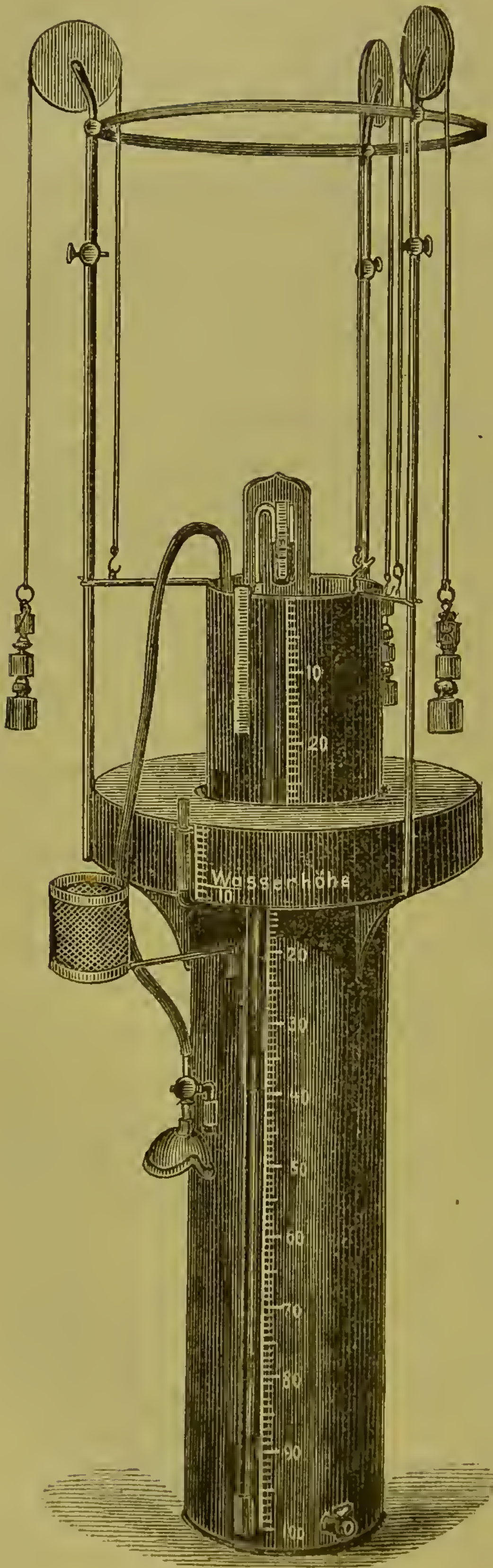
2. Nach dem Gebrauche des Apparats, so wie der innere Cylinder den Boden des äusseren berührt, bleibt in dem ersteren ein erheblicher Rest von Luft zurück, nämlich so viel, wie der obere Cylinder von seinem oberen Deckel bis zur Wasserhöhe Rauminhalt besitzt. Bei einem Wasserstand von 20 Ctm. beträgt dies 20 . 573 = 11460 Ccm. Luft. — Ist nun vorher in verdünnte Luft exspirirt worden, so enthält diese im Cylinder zurückbleibende Luft die Kohlensäure der Ausathmungsluft, abgesehen von anderen noch möglichen Exhalationen. Um diese zu entfernen, gab ich den Rath, nach der Exspiration in verdünnte Luft, falls man darauf den Apparat zur Inspiration comprimirter Luft benutzen will, den Cylinder nicht einmal, sondern mehrere Male mit frischer Luft zu füllen und zu leeren, also gründlich zu ventiliren, und im Falle noch besondere Exhalationsstoffe zu fürchten sind, den inneren Cylinder ganz aus dem äusseren herauszuheben, um die Ventilation zu einer vollständigen zu machen. Es ist nicht zu läugnen, dass diese Manipulation etwas unbequem und zeitraubend ist.

Diesen beiden Mängeln habe ich durch folgende Verbesserungen meines Apparats abgeholfen.

ad 1. Den äusseren Cylinder habe ich an seinem oberen Theile in einer Höhe von 10 Ctm. derart erweitert, dass der Durchmesser dieses erweiterten Theils genau das Doppelte des Durchmessers des inneren Cylinders, also 54 Ctm., beträgt. Dadurch ist es ermöglicht, das Wasser bis zu einer Höhe von 8 Ctm. — wenn man wollte, sogar noch einige Centimeter höher — einzufüllen. Man gewinnt demnach 12 Ctm. Höhe des Cylinders, also 12 . 573 = 6876 Ccm. Luftraum.

Da im oberen Theil des äusseren Cylinders der Durchmesser desselben doppelt so gross ist, als der des inneren, so verhält sich der Flächenraum und demgemäss auch der Cubikinhalt im ersteren zu dem im letzteren wie 4 : 1, also der Mantelraum im oberen Theil des äusseren Cylinders zu dem Rauminhalt des inneren Cylinders wie 4 — 1 : 1 = 3 : 1.

Fig. 5.



Es muss demnach bei der Compression und bei der Rarefication der Luft im inneren Cylinder das Wasser in diesem letzteren dreimal so hoch sinken resp. steigen, als es in dem vorspringenden Theil des äusseren Cylinders steigt resp. fällt.

Nehmen wir die Wasserhöhe auf 8 Ctm. an, so würde, wenn bei einer Compression der Luft in dem aus dem Wasser gehobenen inneren Cylinder das Wasser in dem äusseren Cylinder bis zum oberen Rande in die Höhe gedrückt werden soll, das Wasser im inneren Cylinder um 3 . 8 Ctm. = 24 Ctm. sinken müssen. Der Gesammtwasserdruck würde dann 4 . 8 Ctm. = 32 Ctm. betragen, was einem Atmosphärendruck von $^{32}/_{1033}$ = ca. $^{1}/_{32}$ gleichkommt. Man kann demnach an dem so verbesserten Apparat die Luftcompression bis zu $^{1}/_{32}$ Atmosphärendruck steigern, d. h. $^{1200}/_{32}$ Pfund = ca. 37 Pfund Belastung anwenden, also bis je 27 Pfund Gewichte auflegen, ehe das Wasser überläuft[1]).

1) Bei dem ursprünglichen Ap-

Dem höheren Wasserstand entsprechend sind auch die Klammern, bis zu denen der Cylinder in die Höhe rückt, wesentlich hinaufgerückt. Ich habe dieselben bei 83 Ctm. Höhe anbringen lassen.

Hängt man nämlich 30 Pfund (die am meisten übliche Belastung für die Luftverdünnung) an die Schnüre des Apparats, so entspricht dies ca. $^1/_{60}$ Atmosphärendruck = 17 Ctm. Wasserdruck. Bei diesem Grade der Luftverdünnung sinkt, wie wir sehen werden, das Wasser im äusseren Cylinder bis auf etwa 17 Ctm. Höhe. Der innere Cylinder wird demnach, sobald er um 100 — 17 Ctm., d. h. um 83 Ctm. hinaufgestiegen, aus dem Wasser gehoben. Deshalb sind die Klammern bei 83 Ctm. angebracht.

Ich muss übrigens bemerken, dass nicht die ganze Differenz in der Klammerhöhe zwischen dem ursprünglichen und dem verbesserten Apparat der Vermehrung des Luftraums zu gute kommt, sondern hauptsächlich nur, wie oben angegeben, die Wasserhöhendifferenz [1]).

Verdünnt man nämlich die Luft in dem verbesserten Apparat, so steigt zunächst bei geschlossenem Hahn der Cylinder viel höher aus dem Wasser empor, als bei dem ursprünglichen Apparat, nämlich gerade um so viel, als das Wasser in ihm höher steigt. Sinkt das Wasser im äusseren Cylinder um 2 Ctm., also

---

parat wird bei einer Wasserhöhe von 20 Ctm. das Wasser bis zum Rande gehoben, sobald die Luftcompression 25 Ctm. Wasserdruck beträgt = ca. $^1/_{40}$ Atmosphärendruck = ca. 30 Pfund Belastung, was ca. 20 Pfund aufgelegten Gewichten entspricht.

1) Welche räumlichen Verhältnisse auch der äussere Cylinder darbieten mag, immer ist der durch die Luftcompression oder Luftverdünnung entstehende Raumverlust der gleiche, und eine Vermehrung des zu Gebote stehenden Luftraums kann allein durch Erhöhung des Wasserstandes erzielt werden. Der äussere Cylinder mag nämlich einen Durchmesser haben, welchen er wolle, immer wird bei einer gewissen Luftcompression die Summe der Werthe, um welche das Wasser im äusseren Cylinder steigt und im inneren fällt, genau dieselbe sein, sie wird nämlich stets so viel betragen, als der im speciellen Falle benutzten Luftcompression Wasserdruckhöhe entspricht. Diese Wasserdruckhöhe geht in jedem Falle für den Gebrauch verloren; denn ist der äussere Cylinder weit, so steigt zwar das Wasser in ihm weniger hoch, desto mehr sinkt aber der innere Cylinder, und umgekehrt. Das Analoge geschieht bei der Luftverdünnung.

bis zur Höhe von 10 Ctm. herab, d. h. gerade so weit wie der Vorsprung an demselben reicht, so steigt das Wasser im inneren Cylinder, wie wir auseinandersetzten, 3 mal so hoch, also 6 Ctm., und um so viel steigt der Cylinder empor. Verdünnt man die Luft noch weiter, so hat nunmehr der äussere Cylinder denselben Umfang, wie im ursprünglichen Apparat, und es tritt dann das gleiche Verhalten wie bei diesem letzteren ein, d. h. von nun an sinkt das Wasser im äusseren Cylinder etwa 4 mal so viel, als es im inneren — und mit ihm der ganze Cylinder — in die Höhe steigt.

Folgende Tabelle entspricht dem Wasserstande einerseits im äusseren Cylinder — vide Wasser-Manometer —, andererseits im inneren Cylinder bei einer ursprünglichen Wasserhöhe von 8 Ctm. unter verschiedenen Druckverhältnissen.

a) Luftverdünnung.

Luftverdünnung			Stand des Wassers im äusseren Cylinder (Wasser-Manometer).	Höhe, um welche das Wasser im inneren Cylinder über die ursprüngliche Höhe hinaufgestiegen, resp. der innere Cylinder bei geschlossenem Hahn über 0 emporgestiegen ist.
als Wasserdruck.	als Atmosphären-druck.	in Gewichten am Apparat (incl. Cylinder-gewicht).		
Ctm.		Pfund.	Ctm.	Ctm.
0	0	0	8	0
8	1/129	ca. 9	10	6
10	1/100	- 12	11,6	6,4
13	1/80	15	14	7
17	1/60	20	17,2	7,8
20	1/50	24	19,6	8,4
26	1/40	30	24,4	9,6
34,5	1/30	40	31,2	11,3
41	1/25	48	36,4	12,6

b) Luftcompression.

Luftverdichtung als Wasserdruck. Ctm.	als Atmosphärendruck.	in Gewichten am Apparat (incl Cylindergewicht). Pfund.	Stand des Wassers im äusseren Cylinder. Ctm.	Höhe, um welche das Wasser im inneren Cylinder fällt, resp. dieser selbst bei geschlossenem Hahn herabsinkt. Ctm.
0	0	0	8	0
8,6	1/120	ca. 10	ca. 5,85	ca. 6,45
10	1/100	- 12	5,5	7,5
13	1/80	15	4,75	9,75
17	1/60	20	3,75	12,75
20	1/50	24	3	15
26	1/40	30	1,5	19,5
32	1/32	37	0	32

ad 2. Den überflüssigen Luftraum über der Wasserhöhe, welcher ein häufiges gründliches Ventiliren des ursprünglichen Apparats nothwendig macht, habe ich in dem verbesserten Apparat gänzlich beseitigt.

Der Deckel des inneren Cylinders ist nämlich nicht an der oberen Umrandung desselben angebracht, sondern 8 Ctm. unterhalb derselben, also gerade der Wasserhöhe entsprechend. Die äussere Umkleidung des inneren Cylinders ist indess bis zur vollen Höhe von 1 Meter, wie zuvor, geblieben. Es entsteht auf diese Weise über dem Deckel des inneren Cylinders, umkleidet von dessen Mantelhülle, eine 8 Ctm. hohe, oben offene cylindrische Vertiefung, in welche bei der Luftcompression die Gewichte hineinzustellen sind.

Nunmehr ist, so wie der innere Cylinder den Boden berührt, jede Luft aus ihm entfernt, indem das Wasser bis an seinen Deckel heranreicht. Nur die geringe Luftmenge im Schlauche bleibt übrig, welche dadurch, dass man den inneren Cylinder ein wenig in die Höhe zieht und wieder herablässt, aufs gründlichste mit äusserer Luft gemischt und dadurch ventilirt werden kann.

Man kann demnach den Apparat, unmittelbar nachdem er

zur Exspiration in verdünnte Luft benutzt worden ist, sofort wieder zur Inspiration comprimirter Luft verwenden, ohne einen etwa zurückgebliebenen Kohlensäurerest befürchten und deshalb zuvor erst gründlich ventiliren zu müssen.

Die beschriebenen Verbesserungen haben einige Aenderungen in der Construction nothwendig gemacht. Ich erwähne nur die Art, wie die Schnüre am inneren Cylinder befestigt sind. Dies geschieht mittelst starker Metallstäbe, welche vom inneren Cylinder horizontal nach dem Rande des äusseren hin verlaufen; nahe ihrem Ende werden die Schnüre befestigt.

Ich habe die Metallstäbe zugleich dazu benutzt, um eine bessere Führung des inneren Cylinders bei seiner Bewegung innerhalb des äusseren zu bewirken, indem ich die Stäbe nach vorn gabelförmig endigen liess, derart dass die Gabeln die Stangen des Apparats lose umfassen. Diese Gabeln hindern zugleich das Emporschnellen des Apparats über die Klammern hinaus.

Den Mantel des äusseren Cylinders an seinem oberen Rande habe ich mit einem festen Deckel versehen lassen, wodurch die Verunreinigung des Wassers durch hineinfallenden Staub verhütet wird.

Am oberen Theile des inneren Cylinders befindet sich eine genaue Spirometerskala (vergl. das folgende Capitel).

Endlich liess ich noch an der vorderen Fläche des äusseren Cylinders eine Metallöse anbringen und einen in dieselbe hineinpassenden Flaschenhalter anfertigen, welcher zur Aufnahme der Wulf'schen Flasche, im Falle man dieselbe zur Combination mit medicamentösen Inhalationen benutzen will, dient.

Die Untersuchungen, die ich mit dem so vervollkommneten Apparate anstellte, haben alle daran gestellten Erwartungen erfüllt, und glaube ich ihn deshalb empfehlen zu können[1]).

Selbstverständlich verliert hierdurch der ursprüngliche Apparat für diejenigen, die ihn bereits besitzen, nicht an Werth, da er in seiner Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit dem neuen

---

1) Der verbesserte Apparat wird eben so wie der ursprüngliche von Windler hierselbst angefertigt.

keineswegs nachsteht, und die Mängel desselben ad a. durch Vermehrung der zu verordnenden Cylinderfüllungen (4 Cylinderfüllungen des neuen Apparats entsprechen im Durchschnitt bei der gewöhnlichen Compression und Verdünnung ungefähr 5 Füllungen des ursprünglichen Apparats; bei stärkerem Druck oder stärkerer Verdünnung steigt das Verhältniss weit wesentlicher zu Gunsten des verbesserten Apparats); ad b. durch gründliche Ventilation zu compensiren sind.

Die Belastung des neuen Apparats für die Luftcompression und Luftverdünnung ist dieselbe wie am alten, da der innere Cylinder in seinen Dimensionen nicht geändert ist. Eben so bleibt die ganze Benutzung des Apparats selbstverständlich unverändert.

Anwendung des pneumatischen Apparats als Spirometer.

Hängt man an die Schnüre des Apparats gerade so viel Gewichte, wie der innere Cylinder wiegt, also 10 Pfund, so bleibt derselbe in jeder Höhe bei offenem Hahn im Gleichgewicht, er sinkt weder, noch steigt er. Er stellt dann das vollkommenste Spirometer dar, entspricht ja übrigens unter diesen Umständen im Princip dem Hutchinson'schen Spirometer im vergrösserten Maassstabe.

In dieser Weise habe ich den Apparat von Anfang an als Spirometer benutzt[1]). Einem Centimeter Cylinderhöhe entsprechen 573 Ccm. Rauminhalt, und man hat nur die Zahl der Centimeter, um welche der Cylinder steigt, mit 573 Ccm. zu multipliciren, um den Werth der vitalen Lungencapacität zu finden.

Um einerseits die Multiplication zu vermeiden, andererseits auch kleinere Werthe genau ablesen zu können, liess ich mir später eine genaue Scala anfertigen, derart, dass jeder Theil-

1) Vergl. meine ersten Arbeiten: Berliner klin. Wochenschr. No. 39. 40. 46. 47. 1873.

strich derselben 100 Ccm. Rauminhalt des Cylinders entspricht[1]). Diese Scala, bis zu 10000 Ccm. reichend, wird am oberen Theile des inneren Cylinders befestigt[2]).

Ich habe dieselbe bereits am ursprünglichen Apparat anbringen lassen und dieselbe auch auf den vervollkommneten Apparat hinübergenommen.

Zu beachten ist, dass man den inneren Cylinder genau äquilibrirt, und sollte derselbe etwas mehr oder weniger als 10 Pfund wiegen, so werden noch kleine Differenzgewichte beigegeben, um genau so viel Gewichte anhängen zu können, als der Cylinder wiegt.

Will man die vitale Capacität messen, so achte man zunächst darauf, dass der innere Cylinder genau den Boden des äusseren berührt und die Scala auf Null zeigt. Sodann äquilibrire man den Cylinder durch Anhängen der bestimmten Gewichte. Man kann auch statt 10 Pfund beispielsweise 12 Pfund anhängen und 2 Pfund auflegen. Dies ist sogar deshalb vorzuziehen, weil man dann jede der drei Schnüre gleich belastet (also 4 Pfund an jede Schnur) und jede Spur von Reibung vermeidet.

Zum Hineinblasen bedient man sich entweder der Maske, oder eines besonderen Mundstücks, oder des Endstücks des Hahns, welches sonst zum Aufsetzen der Maske dient.

Nach Beendigung der Respiration braucht der Hahn nicht geschlossen zu werden. Der Cylinder muss in seiner Stellung unverrückt beharren.

---

1) Die Scala ist so äquilibrirt, dass 4 Theilstriche à 100 Ccm. derselben 7 Mm. entsprechen. Es entsteht hierbei für die Berechnung ein so unbedeutender Fehler, dass er vollkommen zu vernachlässigen ist. Nehmen wir als Beispiel 40 Theilstriche = 4000 Ccm., so entspricht dies 7 Centimeter des Cylinders = 7 . 573 Ccm. = 4011 Ccm. Die Differenz von 11 Ccm. ist sicherlich ohne jeden Belang.

2) Dieselbe kann nachträglich an jedem Apparat, wo es gewünscht wird, angebracht werden.

Pneumatische Doppel-Apparate zur alternirenden Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft.

Nachdem ich meine ersten Arbeiten über meinen transportablen pneumatischen Apparat und die damit angestellten Untersuchungen veröffentlicht hatte, publicirte v. Cube[1]) (in Mentone) die Beschreibung eines pneumatischen Doppelapparats, welchen er unabhängig von mir costruirt hatte.

Der Apparat besteht aus zwei Abtheilungen, in deren einer die Luft comprimirt, deren anderer die Luft verdünnt wird. Er setzt also in den Stand, alternirend comprimirte Luft einzuathmen und unmittelbar darauf in verdünnte Luft zu exspiriren.

Die Compression und Verdünnung der Luft geschieht durch Benutzung von Gewichten ganz nach denselben Principien, auf welchen sich mein Apparat aufbaut. Der v. Cube'sche Apparat theilt demnach auch die hauptsächlichsten Vorzüge meines Apparats, nämlich die Constanz der Druckwirkung und die Möglichkeit einer beliebigen exacten Dosirung derselben.

Der Apparat ist indess bei weitem umfänglicher als der meinige, er ist nicht mehr transportabel, und dadurch geht er eines Vorzugs verlustig, der zu den nicht am wenigsten wesentlichen der neuen Methode gehört[2]). Mein Apparat dagegen ist gerade noch klein genug, um transportabel zu sein, und gross genug, um alle wünschenswerthen Wirkungen in vollkommenster Weise zu gestatten.

Der v. Cube'sche Apparat ist folgendermassen zusammengesetzt:

„Auf einer hölzernen starken Bodenplatte von 1,6 Meter Länge und 0,75 Meter Breite erheben sich senkrecht drei Säulen von Holz, welche 3 Meter hoch sind, unten mit eisernen Seitenstützen fest auf der Boden-

---

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 4. 1874.

2) Entsprechend seiner Grösse ist sicherlich auch sein Preis sehr hoch.

platte befestigt und oben mit einem Querriegel verbunden sind. Zwischen diesen Säulen werden die In- und Exspirationsapparate so aufgestellt, dass deren Mittelpunkte sich unter dem Querriegel befinden. Jeder dieser Apparate bildet ein Wasserreservoir und eine Glocke. Ersteres besteht aus einem unten geschlossenen Cylinder von Zinkblech von 1,5 Meter Höhe und 0,7 Meter Durchmesser, welcher zur Verstärkung äusserlich mit 3 starken eisernen Reifen umgeben ist. Derselbe würde gefüllt 577 Liter Wasser = 1154 Pfund aufnehmen. Um dieses enorme Wassergewicht zu reduciren, ist in jedem derselben ein zweiter Zinkcylinder von gleicher Höhe, aber nur 0,6 Meter Durchmesser eingesetzt, auf dem Boden des Reservoirs angenietet und wasserdicht verlöthet. Hierdurch entsteht ein ringförmiges Gefäss, dessen Wände 0,05 Meter von einander abstehen, und welches zur Füllung nur 153 Liter = 306 Pfund Wasser braucht. In diesen Ring von Wasser taucht nun der unten offene und oben geschlossene Luftcylinder, die „Glocke". Er ist ebenfalls von Zinkblech gefertigt, hat eine Höhe von 1,45 Meter bei einem Durchmesser von 0,65 Meter und ist oben mit einer Kette, welche über eine an dem Querriegel befestigte Rolle läuft, aufgehängt. Die senkrechte Auf- und Niederbewegung der Glocken ist dadurch gesichert, dass oben an den Decken derselben je 2 Leitrollen befestigt sind, welche auf Schienen laufen, die in den Holzsäulen eingelassen sind. Um die Seitenschwankungen, welche die Constanz des Druckes oder resp. Zuges nicht unwesentlich beeinträchtigen können, vollständig zu verhindern, hat ausserdem jede Glocke an dem äusseren Umfange des unteren Randes 5 kleine Messing-Leitrollen, welche an der Zinkwand des Wasserreservoirs entlang laufen. Während nun die Glocke des Exspirations-Apparats bei ihrer Function einfach durch entsprechende Gegengewichte, welche an der Seite der äusseren Colonne über eine zweite an derselben befestigten Rolle herabhängen, aufgezogen und dadurch der luftverdünnte Raum erzeugt wird, ist dagegen die Glocke des Inspirations-Apparates mit einer einfachen Vorrichtung zum Aufwinden desselben versehen, welche an der entgegengesetzten äusseren Seite angebracht ist. Sowohl der In- als Exspirations-Apparat hat an dem Boden je 3 durch Hähne zu verschliessende eiserne Röhrenleitungen, von denen 2 durch den Boden der Reservoire mit dem inneren Luftraume communiciren, die dritte aber nur mit der Seitenwand und zum Ablassen des Wassers dient. Bei dem Inspirations-Apparat führt eine der beiden Luftröhren, von 20 Mm. Durchmesser, ins Freie, während die andere, von 15 Mm. Durchmesser, zu dem sogenannten Operationstisch geht. Beim Füllen der Glocke wird der Hahn dieser letzteren Röhre geschlossen und durch den geöffneten Hahn der ins Freie führenden Röhre strömt beim Aufwinden frische Luft in dieselbe. Ist die Glocke oben angelangt, so wird der Hahn geschlossen, die Sperrklinke der Winde geöffnet und die Luft ist zum Gebrauch comprimirt. Bei dem Exspirations-Apparat führt das weitere Rohr von 20 Mm. Durchmesser in eine gut ziehende Esse (Kamin, Ofen oder auch ins Freie), in welche die Producte der Exhalation abgeführt werden. Dass dabei die aussen an der Kette

hängenden Gewichte abgenommen werden, wodurch die Glocke vermittelst eigenen Gewichtes ins Wasser einsinkt, und dass während dessen der zum Operationstisch führende zweite Hahn geschlossen bleibt, versteht sich von selbst, eben so dass, nachdem die Glocke bis zum Boden eingesunken, der zur Esse führende Hahn wieder geschlossen und die Gewichte wieder an die Kette gehängt werden, wodurch sofort das Vacuum erzeugt wird. Von den zum Operationstisch führenden Röhren geht die vom Inspirations-Apparat kommende zuerst durch eine grosse Wulf'sche Flasche, in welcher man für resp. Fälle die einzuathmende Luft mit Wasserdämpfen, Gasen oder flüchtigen Stoffen schwängern kann, und welche einfach leer bleibt, wenn nur mit reiner Luft operirt werden soll, und läuft dann mit der vom Exspirations - Apparat kommenden Röhre in einen gemeinschaftlichen Hahn zusammen; vorher jedoch haben beide Röhren noch Abzweigungen und zwar zu Manometern, die aus circa 40 Ctm. hohen, Vförmig gebogenen Glasröhren bestehen, mit Centimeter-Eintheilung, und welche bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt sind. Der in einem Gestelle auf dem Operationstisch befestigte gemeinschaftliche Hahn ist so eingerichtet, dass durch eine Viertelumdrehung die Auslassöffnung desselben abwechselnd mit dem einen oder dem anderen Rohre communicirt. Indem nun die Auslassöffnung durch ein flexibles Rohr mit der Gesichtsmaske oder einem einfachen Mundstücke von Glas oder Elfenbein verbunden ist, kann Patient nach vollendeter Inspiration durch die Viertelumdrehung des Hahns sofort die Exspiration stattfinden lassen, oder durch die Viertelumdrehung nach entgegengesetzter Richtung den Zufluss der Luft bis zum nächsten Athemzuge einfach absperren. Auf gleiche Weise kann, wie sich von selbst versteht, auch die Exspiration einseitig vorgenommen werden."

Die Oberfläche einer jeden Glocke beträgt 3316 Quadrat-Centimeter. Hiernach berechnet sich die Grösse des Gewichts, welche zur Luftcompression oder Luftverdünnung nothwendig ist. Die Glocke selbst hat ein Gewicht von ca. $66^1/_3$ Pfund, welches gerade dem Druck von $^1/_{100}$ Atmosphäre entspricht. v. Cube liess nun noch Bleiplatten von je $6\frac{2}{3}$ Pfund Gewicht giessen, welche auf die Glocken aufzulegen sind, um nach Belieben eine stärkere Compression zu erzielen. Jede Bleiplatte entspricht dem Gewicht von $^1/_{1000}$ Atmosphärendruck. Es lässt sich demnach genau berechnen, wie viele Platten man aufzulegen hat, um eine gewünschte Druckwirkung zu erzielen. — Zur Luftverdünnung werden die gleichen Gewichte plus dem Gewicht der Glocken angehängt.

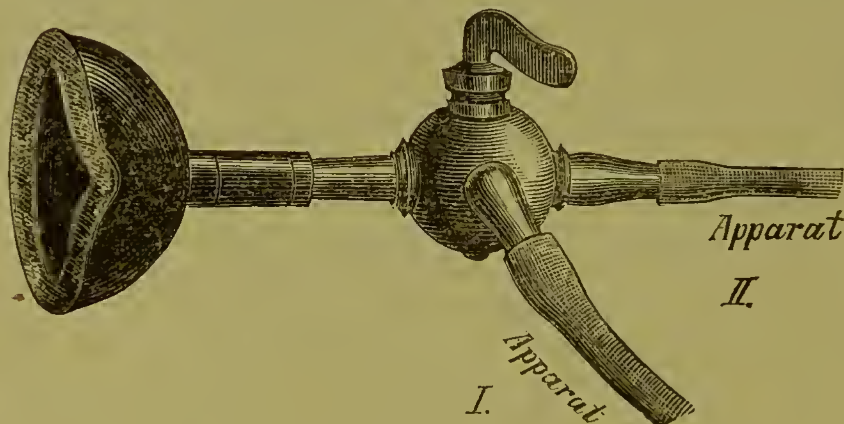
Einen Vorsprung soll der v. Cube'sche Apparat vor dem meinigen besitzen, nämlich den, dass er ermöglicht, bei einem jeden Athemzuge comprimirte Luft zu inspiriren und in verdünnte Luft zu exspiriren. Ob diese Methode in Wirklichkeit Vorzüge hat, werden wir an einer späteren Stelle, wenn wir die physiologischen Wirkungen erörtern, prüfen. Hier sei nur erwähnt, dass

sich das gleiche Verfahren auf die einfachste Weise auch mit meinen Apparaten ausführen lässt, wenn man zwei derselben neben einander stellt und die Schläuche derselben durch eine passende Hahnvorrichtung mit einander verbindet.

Der Hahn, den ich zu diesem Zwecke aufertigen liess, ist derselbe, der dem einfachen pneumatischen Apparat zugehört, nur mit dem Unterschiede, dass an der Oeffnung, welche mit der atmosphärischen Luft communicirt, ein röhrenförmiger Zapfen eingefügt ist, an welchen der Schlauch des zweiten Apparats befestigt wird.

Je nach der Stellung des Hahns communicirt die Maske entweder mit dem einen Apparat, in welchem die Luft comprimirt,

Fig. 6.



oder mit dem anderen, in welchem die Luft verdünnt ist. Steht der Hebel des Hahns gerade in der Mitte, so schliesst er beide Apparate luftdicht ab.

Wir haben hier also eine noch durchaus transportable Vorrichtung. Jeder der beiden Apparate kann selbstverständlich auch für sich allein nach Belieben für verdünnte und comprimirte Luft gebraucht werden; selbst der Hahn ist, wenn man den Zapfen mit der äusseren Luft frei communiciren lässt, für den einfachen Apparat brauchbar. Will man dann dazwischen die andere, dem Doppelapparat zugehörige Methode anwenden, so hat man zu diesem Zwecke nur die Schläuche beider Apparate an denselben Hahn zu bringen, und man ist mit der ganzen Vorrichtung fertig.

Ich habe mit dieser Methode physiologische und therapeutische Versuche angestellt, auf deren Resultate ich später zurückkomme.

Benutzung der comprimirten oder der verdünnten Luft gleichzeitig zur Inspiration und zur Exspiration.

Man kann zwei mit einander in der oben beschriebenen Weise verbundene Apparate auch in der Art benutzen, dass man entweder in beiden die Luft comprimirt und abwechselnd aus dem einen Apparat die comprimirte Luft inspiriren und sodann in die comprimirte Luft des anderen hinein exspiriren lässt; oder dass man umgekehrt die Luft in beiden Apparaten verdünnt und sowohl verdünnte Luft inspiriren als auch in verdünnte Luft exspiriren lässt.

Nach meinen später mitzutheilenden physiologischen Untersuchungen liessen sich von diesen Methoden sehr bedeutende Druckwirkungen auf das Herz und die Blutcirculation erwarten. Therapeutisch habe ich dieselben indess noch nicht geprüft.

Auch an einem einzigen Apparat lassen sich diese letzteren Methoden in modificirter Form ausführen.

Sorgt man nämlich dafür, dass einerseits der Cylinder eine genügende Menge Sauerstoff enthält, andererseits die Kohlensäure der Exspirationsluft beseitigt wird, so kann man bei fest anschliessender Maske und stets offenem Hahn sei es comprimirte, sei es verdünnte Luft inspiriren und sodann in dieselbe sofort exspiriren lassen.

Zu diesem Zwecke hat man zunächst den Cylinder zu einem grossen Theile mit Sauerstoff zu füllen. Dies geschieht in der Weise, dass man den Cylinder wie zur Spirometrie durch Anhängen von Gewichten äquilibrirt und sodann den Schlauch des Apparats mit dem Gasentwicklungsmechanismus oder mit dem Sauerstoffbehälter derart in Verbindung bringt, dass das Gas in den Cylinder einströmt. Hat man den Cylinder ungefähr zur Hälfte

mit Sauerstoff gefüllt, so lässt man noch weiter frische Luft hinzu, und comprimirt resp. verdünnt dann in dem beabsichtigten Grade.

Die Entziehung der Kohlensäure ihrerseits lässt sich derart bewerkstelligen, dass man zwischen Schlauch und Apparat oder zwischen Schlauch und Hahn eine Glasröhre einschaltet, welche mit Kali causticum oder gelöschtem Kalk gefüllt ist.

Die Luftcompression oder Luftverdünnung dürfte in diesen Fällen nur in sehr geringem Grade ausgeführt werden, ungefähr derart, wie es oben für die Inspiration verdünnter Luft und für die Exspiration in comprimirte Luft angegeben ist.

Dies Verfahren könnte in solchen Fällen versucht werden, in welchen man die Druckwirkungen der comprimirten oder der verdünnten Luft erhalten will, ohne dass der Kranke im Stande ist, seine Ein- und Ausathmung methodisch zu reguliren. Dies wäre besonders der Fall bei Kindern oder bei somnolenten Personen.

In praxi habe ich diese Methode noch nicht ausgeübt. Jedenfalls wird bei diesen Versuchen grosse Vorsicht anzuwenden sein. Man wird durch dieselbe wahrscheinlich zunächst forcirte Athembewegungen hervorrufen, um den Widerstand für die Exspiration bei Anwendung der comprimirten Luft, den Widerstand für die Inspiration bei Anwendung der verdünnten Luft zu überwinden. Wahrscheinlich wird je nach der Anwendung auf diese Weise willkürlich bald mehr eine exspiratorische, bald mehr inspiratorische Dyspnoë mit den Druckwirkungen auf das Herz erzeugt werden können.

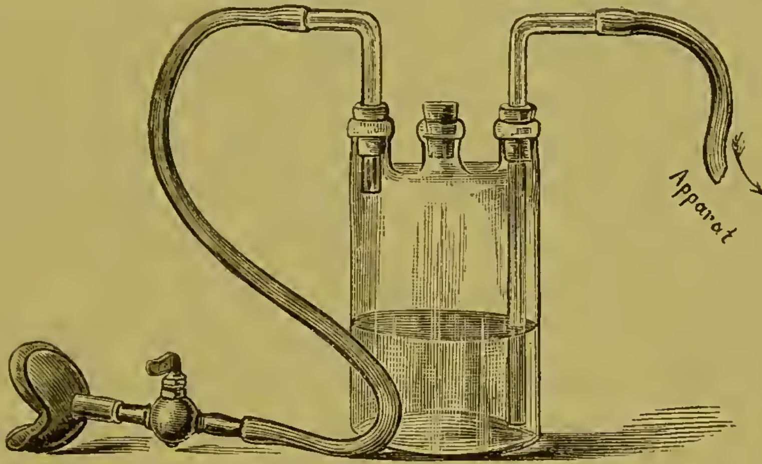
Verbindung der Luftcompression mit medicamentösen Inhalationen und Erwärmung der comprimirten Luft.

Schon Hauke wollte mit der Inspiration comprimirter Luft unter Umständen Inhalationen von warmen Wasserdämpfen combiniren, indem er zu diesem Zwecke empfiehlt, seinen Apparat unmittelbar vor dem Gebrauch mit heissem Wasser zu füllen. v. Cube ging einen Schritt weiter: Er setzt seinen Apparat mit einer Wulf'schen Flasche in Verbindung und füllt in dieselbe je nach den Indicationen eine wirksame flüchtige Stoffe enthaltende

Flüssigkeit[1]). Die comprimirte Luft muss, ehe sie eingeathmet wird, die Flüssigkeit der Wulf'schen Flasche passiren und sich demgemäss mit den flüchtigen Stoffen imprägniren.

Eine solche Vorrichtung lässt sich selbstverständlich auch mit meinem Apparate combiniren, indem die Wulf'sche Flasche

Fig. 7.



zwischen Schlauch und Hahn eingeschaltet wird. (In meinem verbesserten Apparate habe ich einen besonderen Flaschenhalter zu diesem Zwecke anbringen lassen.)

Eine andere Frage ist es, ob wir von dieser Combination der Inhalationen mit der mechanischen Wirkung der comprimirten Luft wesentliche Vortheile erwarten dürfen.

Dománski[2]) (in Krakau), welcher in jüngster Zeit die Methode von neuem empfiehlt, macht hauptsächlich darauf aufmerksam, dass durch Zuhülfenahme der comprimirten Luft die flüchtigen Medicamente mit ganz besonderer Intensität und deshalb reichlicher und tiefer in den Respirationstractus eingeführt werden, als bei gewöhnlicher Inhalation. Gegen diese Argumentation lässt sich kaum etwas einwenden; denn wenn es auch erwiesen ist, dass bei jeder einfachen Inhalation, sobald dieselbe nur tief genug und mit den nothwendigen Cautelen ausgeführt

---

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 4. 1874.
2) Ibid. No. 1. 1875

wird, das Medicament bis in die Lungenalveolen eindringt, so ist doch nicht zu läugnen, dass wenn die Einführung unter einem erhöhten Drucke geschieht, auch eine grössere Menge des Medicaments auf mechanischem Wege bis tief in die Alveolen zugeleitet werden muss.

Diese Methode verdient deshalb entschieden, weiter geprüft zu werden.

Ich selbst habe sie erst seit kurzem auszuüben begonnen. Bis dahin hatte ich mich stets damit begnügt, wo ich Inhalationen neben der comprimirten Luft indicirt fand, erstere aus den gewöhnlichen Inhalationsapparaten gesondert vornehmen zu lassen. — Ich that dies, um zunächst möglichst reine Resultate über die Wirkung der Luftcompression an sich zu gewinnen, und behielt mir weitergehende Untersuchungen für später vor.

Von Medicamenten, deren Inhalation mit der Inspiration comprimirter Luft zu combiniren ist, verdienen am meisten Berücksichtigung: das Oleum Terebinthinae und die Carbolsäure in spirituöser Lösung. Ferner lassen sich alle diejenigen Medicamente, welche zur Dampf- oder Dunstinhalation bereits angewendet worden sind, auch hier verwerthen; ich nenne nur Jod, Aqua Chlori, ätherische Oele u. s. w., und verweise im Uebrigen in dieser Beziehung auf mein Werk über respiratorische Therapie und zwar auf den zweiten Theil desselben, betreffend die Inhalationen der Dämpfe und Gase[1]).

Zu bemerken ist, dass die die flüchtigen Stoffe enthaltenden, in die Wulf'sche Flasche zu füllenden Flüssigkeiten relativ sehr verdünnt werden angewendet werden müssen.

Durch Zusatz von 3—5 Tropfen Ol. Terebinthinae oder eben so viel einer concentrirten Carbolsäure-Solution (1 : 5) habe ich bereits sehr intensive medicamentöse Wirkung beobachtet. Schon beim Zusatz so weniger Tropfen zum Wasser riecht die ausströmende comprimirte Luft höchst intensiv nach dem Medicament.

---

1) Vergl. Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. 2. Auflage. Berlin 1872. Georg Reimer.

Dománski lässt, anstatt die Wulf'sche Flasche mit Wasser zu füllen, Watte hineinlegen und darauf das Medicament giessen.

Uebrigens möchte ich die Methode als sehr brauchbar empfehlen, um warme, mit Wasserdunst geschwängerte Luft in comprimirtem Zustand einathmen zu lassen. Man hat dann nur die Wulf'sche Flasche mit warmem oder heissem Wasser zu füllen und die Luft durchstreichen zu lassen, oder wenn man will, kann man sich eine Vorrichtung machen, um eine Spiritusflamme unter die Wulf'sche Flasche zu stellen, so dass das Wasser heiss erhalten wird.

Diese letztere Vorrichtung ist indess nicht nothwendig; denn nach meinen Versuchen genügt das erstere, einfachere Verfahren vollständig. Füllte ich die Wulf'sche Flasche zu etwa einem Drittel mit Wasser von 50—60° Cels., so war die zur Maske ausströmende Luft, mit dem Thermometer gemessen, nur um wenige Grad kühler als das Wasser (5—15° kühler, je nach der Lufttemperatur), dabei stark mit Wasserdampf gesättigt. Freilich kühlte sich allmälig das Wasser sowohl wie die durchstreichende Luft ab, aber nur so langsam, dass eine einzige Füllung der Wulf'schen Flasche zur Erwärmung mehrerer Cylinder comprimirter Luft ausreichte. Durch öfteres Einfüllen neuen Wassers in Fällen, in welchen die Einathmung comprimirter Luft eine längere Zeitdauer in Anspruch nimmt, kann man die Temperatur fortwährend warm, und sogar nur in geringen Grenzen schwankend erhalten. Will man eine intensive Wärme anwenden, so benutze man Wasser von ca. 50° C.; will man sie nur leicht erwärmen, eine entsprechend niedrigere Temperatur.

Wir haben in diesem Verfahren zugleich ein Mittel, selbst im Winter frische Luft von der Strasse — wenn die Zimmerluft nicht rein genug ist — in den Apparat zu leiten und die kalte Luft vor der Einathmung zu erwärmen.

Ob die Anwendung der feuchten Wärme in vielen Krankheitszuständen empfehlenswerth sein wird, darüber erlaube ich mir noch kein Urtheil, da meine Erfahrungen in dieser Beziehung noch nicht ausreichen.

Man vergesse übrigens nicht, dass durch Einschalten der

Wulf'schen Flasche Druckkraft verloren geht und zwar der Höhe der Wassersäule entsprechend, in welche die lange Glasröhre der Flasche eintaucht. Da ungefähr 1000 Ctm. Wasserdruck dem Druck einer Atmosphäre oder 1200 Pfund Druckkraft am Apparate entsprechen, so hält eine Wassersäule von 5 Ctm. ungefähr 6 Pfund am Apparate das Gleichgewicht. In diesem Verhältniss muss deshalb bei Anwendung der Wulf'schen Flasche die Zahl der aufgelegten Gewichte vermehrt werden. Taucht beispielsweise die lange Röhre der Flasche 5 Ctm. in das Wasser ein, so müssen, um den Widerstand zu paralysiren, 6 Pfund mehr auf den Apparat aufgelegt werden. Wendet man zudem noch erwärmtes Wasser an, um der durchstreichenden Luft eine höhere Temperatur zu geben, so müssen die Gewichte noch weiter erhöht werden; denn die Wärme expandirt die comprimirte Luft und raubt ihr Druckkraft und zwar um so mehr, auf einen je höheren Temperaturgrad sie gebracht wird.

Will man den pneumatischen Apparat zu Gas-Inhalationen verwerthen, z. B. zur Inhalation von Sauerstoffgas, so hat man in der oben beschriebenen Weise das betreffende Gas in den Cylinder hineinzuleiten und kann sodann dasselbe pure oder in beliebiger Verdünnung mit atmosphärischer Luft unter einem beliebigen Drucke einathmen lassen.

Maassregeln zur Verhütung der Ansteckung.

Als erste Maassregel, um directe Contagion durch Contact zu verhüten, habe ich bereits oben erwähnt, dass möglichst ein jeder Patient seine eigene Maske benutze. Wo es sich um arme Patienten handelt, dürfen nur diejenigen eine gemeinsame Maske gebrauchen, die nichts contagiöses an sich haben.

Nun kann es Fälle geben, in welchen von der exhalirten Luft, die möglicherweise Secretpartikelchen mit sich führen könnte, eine Ansteckung zu befürchten wäre.

Eine Ansteckung wäre aber nur dann überhaupt denkbar, wenn der in seiner Mund- und Rachenhöhle oder in dem Respi-

rationstractus Contagien enthaltende Kranke den Apparat nicht zur Inspiration, sondern zur Exspiration benutzte, und unmittelbar nachher, ohne dass der Apparat vorher genügend gereinigt ist, ein anderer aus demselben Luft inspirirte.

Am zweckmässigsten ist es nun, und ich habe diesen Grundsatz bisher ausnahmslos durchgeführt, niemals solche Kranke, bei denen eine Contagion auch nur im entferntesten zu befürchten wäre, z. B. Syphilitische oder Diphtheritische, einen Apparat gemeinsam mit anderen zur Exspiration gebrauchen zu lassen. Die Fälle gehören auch zu den grössten Seltenheiten, wo man absolut dies nicht umgehen könnte.

Ist der Arzt trotzdem einmal in der Lage, seinen Apparat für solche Kranke hergeben zu müssen, so wird er nur nach der scrupulösesten Reinigung und sorgfältigsten Ventilation desselben — durch gänzliches Herausnehmen des inneren Cylinders, Einfüllen von frischem Wasser etc. — ihn wieder für andere Kranke benutzen dürfen.

Dasselbe gilt für Kranke mit fötidem Athem oder mit putriden Secreten. Auch diese lasse man, wenn irgend zu umgehen, keinen Apparat gemeinsam mit anderen gebrauchen, und am wenigsten überlasse man ihn solchen Kranken zur Exspiration in verdünnte Luft. Ist dies nicht zu umgehen, so ist auch hier die sorgfältigste Reinigung und vollständigste Ventilation nach dem Gebrauch nothwendig.

Man wird, vielleicht nicht ganz ohne Grund, auch von Phthisikern in manchen Fällen eine Contagion befürchten. Diese Befürchtung ist aber schon deshalb grundlos, weil, wie ich wenigstens bisher festhielt, die Phthisiker den Apparat meist nur zur Inspiration und nur ausnahmsweise einmal zur Exspiration benutzen. In diesem letzteren Falle muss gleichfalls eine genügende Ventilation des Apparats auf den Gebrauch folgen.

Zu umgehen ist übrigens das häufige Reinigen und Ventiliren des Apparats, ebenso das nicht Zulassen solcher Kranken, welche eine Contagion befürchten lassen, wenn man statt eines zwei Apparate vorräthig hält, und den einen ausschliesslich zur Inspiration, den anderen zur Exspiration benutzt. Nothwendig ist

indess das Anschaffen zweier Apparate aus dieser Ursache allein durchaus nicht, wenn nicht sonst eine zahlreiche Frequenz der Kranken und das Erwünschtsein von Zeitersparniss es erforderlich macht.

Es giebt endlich noch eine andere Vorrichtung, welche eine Contagion hintanzuhalten vermag, das ist die Einschaltung der Wulf'schen Flasche, derselben, die oben für medicamentöse Inhalationen erwähnt ist, die aber dann in umgekehrter Richtung einzufügen ist. Füllt man dieselbe mit einer concentrirten Carbolsäurelösung oder mit Aqua Chlori und lässt dann in verdünnte Luft exspiriren, so muss die Athemluft diese Lösung passiren, ehe sie in den Apparat aspirirt wird, sie wird demnach auf dem Wege desinficirt. Freilich muss dann der Apparat wieder nach dem Gebrauch stark ventilirt werden, ehe ein anderer daraus die mit Dünsten von Carbolsäure oder Chlor geschwängerte Luft inspiriren darf. Bei Foetor ex ore wird eine Lösung von Kali hypermanganicum vorzuziehen sein, weil diese keine flüchtigen Stoffe entwickelt.

Auch ein Wattetampon in einem Röhrchen, wie es oben zur Aufnahme von Kali causticum oder gelöschtem Kalk behufs Aufsaugen der Kohlensäure beschrieben ist, kann zwischen Hahn und Schlauch eingeschaltet, oder ein Stückchen Watte direct in den Zapfen der Maske hineingelegt werden, um als Desinficiens zum Zurückhalten etwaiger kleiner geformter Elemente zu dienen.

Bei meinem verbesserten Apparat wird die Luft vollständig aus dem Cylinder entfernt, also ist Contagion durch dieselbe überhaupt nicht zu besorgen. Durch Einfüllen frischen Wassers und Anbringen eines neuen Schlauchs wird die Möglichkeit jeder Contagion überhaupt ausgeschlossen.

Apparate anderer Autoren.

Meine Veröffentlichungen riefen sehr bald bei vielen das Bestreben hervor, sei es die vorhandenen Apparate zu modificiren, sei es neue zu schaffen. Ob und in wie weit Verbesserungen

damit erzielt wurden, das möge der Leser selbst an der Hand der Thatsachen, welche ich in folgendem zusammenstelle, beurtheilen.

Zunächst ist eine Modification meines Apparats durch Schnitzler zu erwähnen[1]).

Schnitzler's „Respirationsapparat" entspricht in allen wesentlichen Stücken meinem transportablen pneumatischen Apparat, von dem er sich nur in Nebensächlichkeiten unterscheidet.

Während mein Apparat 100 Ctm. hoch ist und 30 Ctm. im Durchmesser hat, ist der Schnitzler'sche 120 Ctm. hoch und hat 28 Ctm. im Durchmesser. Während an meinem Apparate der zur Maske führende Schlauch vom Deckel des inneren Cylinders ausgeht, wird er in dem Schnitzler'schen in derselben Weise wie beim Hutchinson'schen Spirometer am unteren Theile des äusseren Cylinders so angebracht, dass von hier aus eine zweifach gebogene Röhre in den inneren Cylinder hineinragt. Die Vorrichtung, welche ich meinem Apparate gegeben, damit der Cylinder beim Auf- und Absteigen nicht dauernden Schwankungen ausgesetzt sei, ist bei Schnitzler derart umgeändert, dass Leitstangen in Leitschienen, ähnlich wie beim Hutchinson'schen Spirometer, sich bewegrn. Eine andere Modification besteht darin, dass zur Compression der Luft nicht Gewichte auf den inneren Cylinder aufgelegt werden, sondern wie zur Luftverdünnung an den Schnüren angehängt bleiben, um durch eine besondere sinnreiche Vorkehrung mittelst von unten angebrachter Rollen in umgekehrter Richtung auf den inneren Cylinder, d. h. ihn herabziehend, zu wirken. Endlich ist der äussere Cylinder oben ausgeschweift, um Ueberfliessen des Wassers bei der Compression zu verhüten.

So weit wird schwerlich jemand einen wesentlichen Unterschied zwischen meinem und dem Schnitzler'schen Apparat entdecken können.

Schnitzler vindicirt jedoch seinem Apparat noch besondere Vorzüge. Er glaubt, durch Verbindung seines Apparats „mit einer Vorrichtung zur Bestimmung der ausgeathmeten Kohlensäure und andererseits durch die Möglichkeit der Zuleitung von Sauerstoff und anderen Gasen demselben eine für wissenschaftliche und therapeutische Zwecke gleich wichtige weitere Vervollkommnung gegeben zu haben."

Mir ist es nicht erfindlich, weshalb Schnitzler annahm, eine Vorrichtung zur chemischen Bestimmung der ausgeathmeten

1) Wiener med. Presse. No. 14 ff. 1871.

Kohlensäure liesse sich nicht in eben so einfacher Weise auch mit meinem Apparat combiniren. Bereits lange vor der Publication des Schnitzler'schen Aufsatzes habe ich in einer meiner Arbeiten[1]) die oben von mir beschriebene Vorrichtung zum Aufsaugen der ausgeathmeten Kohlensäure erwähnt. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen der Quantität der ausgeathmeten Kohlensäure oder auch des ausgeathmeten Wasserdunstes wird man selbstverständlich statt dessen die den Chemikern und Physiologen wohlbekannten Röhrenvorrichtungen zwischen Schlauch und Hahn meines Apparats einschalten können. Eben so lassen sich selbstverständlich beliebige Gase in meinen Apparat nicht weniger bequem hineinleiten, wie in den von Schnitzler modificirten Apparat; das Nähere ist oben bereits angegeben.

Noch einen Vorzug schreibt Schnitzler seinem Respirations-Apparat zu, nämlich den, dass er durch Anhängen eines Aequilibrir-Gewichtes auch als Spirometer dienen kann. Dass ich meinen pneumatischen Apparat auch als Spirometer benutze, habe ich bereits in meiner ersten Publication ausdrücklich erwähnt und über die Art und Weise oben das Nähere ausgeführt. Also eine Vervollkommnung ist auch hierin nicht enthalten.

Uebrigens will ich trotzdem nicht verschweigen, dass in einer Beziehung, nämlich für die Berechnung des Rauminhalts des inneren Cylinders, der Schnitzler'sche Apparat vor dem meinigen einen Vortheil gewährt, nämlich den, dass die Zahlen abgerundeter sind. Im Schnitzler'schen Apparat beträgt 1 Ctm. Cylinderhöhe ungefähr 500 Ccm., eine Zahl, die für die Rechnung bequemer ist, als 573 Ccm. meines Apparats. Wenn ich die Durchmesser - Dimensionen des S.'schen Apparats für den meinigen adoptiren würde, könnte ich dasselbe erreichen; aber der Apparat würde dadurch an Rauminhalt verlieren oder müsste zur Ausgleichung dafür höher gemacht werden — was die bereits früher erwähnten Uebelstände darbieten würde.

Wir sehen demnach, dass der Schnitzler'sche Apparat nicht nur auf demselben Princip wie der meinige beruht, sondern überhaupt nur als eine unwesentliche Modification des meinigen

---

1) Einige Bemerkungen zum transportablen pneumatischen Apparat. Berliner klin. Wochenschr. No. 4. 1874.

anzusehen ist. Dass er in der Wirkung auch vollkommen dasselbe leistet und dieselben Vorzüge besitzt, ist von vornherein ersichtlich.

Leider habe ich jedoch noch diesen Ausspruch wesentlich zu modificiren. Schnitzler brachte nämlich eine Veränderung an, die er für eine Verbesserung zu halten scheint, die ich aber nur als einen unheilvollen Rückschritt zu betrachten vermag. Er ersetzt nämlich die Maske durch ein in den Mund zu nehmendes Mundstück.

Wie wir später sehen werden, besteht nämlich eine der wesentlichsten Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft in einem Druck-Effect, sei es in Vermehrung, sei es in Verminderung des auf den Lungen lastenden Luftdrucks. Diese Druckwirkung kommt vollkommen zu Stande, wenn der Kranke unter der Maske mit offenem Munde athmet. Dasselbe ist nicht mit derselben Sicherheit und in demselben Grade der Fall, wenn der Kranke mit geschlossenem Munde durch ein Mundstück athmet. Es ist zur Genüge bekannt, und bei der Pneumatometrie hatten wir Gelegenheit, uns noch ganz besonders davon zu überzeugen, dass wir in unserer Mundhöhle einen trefflichen Druck- und Zugmechanismus besitzen, welcher wohl im Stande ist, von aussen einwirkende Druckwirkungen zu modificiren oder selbst zu vernichten. Athmet beispielsweise jemand durch ein Mundstück comprimirte Luft ein, so kann er den Anprall derselben und den dadurch bewirkten Ueberdruck dadurch aufheben, dass er seinen Isthmus glosso-palatinus sehr eng macht und in einer bestimmten Zeiteinheit nur so wenig Luft in die Respirationsorgane durchlässt, als es ihm gerade bequem ist. Die Druckwirkung ist dann verloren.

Dieser das Wesen der Sache berührende Uebelstand wird hauptsächlich dann zur Geltung kommen, wo auf die Druckwirkung gerade das hauptsächlichste Gewicht zu legen ist, nämlich bei der Behandlung der Herzkrankheiten. Es ist gar nicht zu verwundern, dass Schnitzler bei Herzkranken bisher wenig Erfolg erzielt hat, wenn er statt der Maske das Mundstück in Anwendung gezogen hat.

Eben so ist es unmöglich, dass Schnitzler in exacter Weise meine physiologischen Versuche über die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auf das Herz und den Circulationsapparat hat prüfen und zu brauchbaren Resultaten hat gelangen können. Erste Bedingung zur Erlangung exacter Ergebnisse ist Beseitigung des Mundstücks.

Schnitzler will deshalb die Masken beseitigen, weil er behauptet, dieselben schliessen nicht luftdicht. Ich habe es bereits ausdrücklich hervorgehoben, dass die genau nach meiner Angabe angefertigten Masken — mit wenigen Ausnahmen — aufs vollkommenste luftdicht schliessen. Besonders habe ich mich dagegen zu verwahren, als ob bei den von mir mitgetheilten Untersuchungen irgend welche Fehler in den Zahlen durch mangelhaften Schluss der Maske verursacht sein könnten. Vor der jedesmaligen Untersuchung habe ich mich stets von dem untadelhaften Schluss der Maske überzeugt; diesen zu prüfen, ist ja, wie wir sahen, ausserordentlich leicht.

Ich kann hiernach also dem Schnitzler'sche Apparate nur dann eine dem meinen vollkommen gleiche Wirkung zusprechen, wenn S. die Mundstücke beseitigt und an Stelle derselben meine Maskenvorrichtungen setzt.

Modificationen meines Apparats lassen sich übrigens in unbegrenzter Zahl herstellen. Man braucht nur die Höhen- und Durchmesser-Dimensionen zu ändern. Man könnte auch statt der Cylinder vier- oder mehrkantige Gefässe anbringen, die Zahl der Leitstangen vermehren oder vermindern u. s. f. Auch liesse sich — ähnlich wie im v. Cube'schen Apparat — der äussere Cylinder in ein Gefäss mit äusserem und innerem Cylindermantel verwandeln, um weniger Wasser zum Einfüllen nöthig zu haben. Solche Aenderungen sind zahllose möglich. Ob dadurch aber der Apparat vervollkommnet wird, scheint mir zweifelhaft.

Der sehr berechtigte und sehr anerkennenswerthe Wunsch, den Kostenpreis des Apparats herabzusetzen und dadurch seine Verallgemeinerung noch weiter zu erleichtern, führten B. Fränkel[1])

---

1) Sitzungsbericht der Berliner medicinischen Gesellschaft vom 21. Januar 1874. Berliner klin. Wochenschr. No. 14. u. 16. 1874.

und später Biedert[1]) zur Construction wohlfeiler Apparate. Beide Autoren führten die Idee aus, anstatt eines Luftbehälters mit starren Wandungen einen solchen, der durch Compression zusammendrückbar wäre, zu benutzen.

Der Apparat Fränkel's besteht aus einem trommelartigen, 19 Ctm. hohen und 34 Ctm. breiten Behälter mit Seitenwänden aus starkem Gummi. Hölzerne Bretter bilden die obere und untere Fläche, die durch vier innen angebrachte Spiralfedern von einander gehalten werden. Das Ganze ist mit gummirter Leinwand luftdicht verschlossen. Nur an einer Stelle ist ein Gummischlauch eingelassen, der mit einer Gesichtsmaske communicirt. Belastet man die obere Fläche des Apparats, so wird die in demselben befindliche Luft comprimirt und entweicht durch den Gummischlauch in die Maske. Entfernt man die belastenden Gewichte, so weichen vermöge der Elasticität der Federn die hölzernen Böden des Apparats aus einander, die Luft in demselben wird verdünnt, resp. es wird bei offenem Schlauch Luft durch denselben von aussen angesogen.

Fränkel wünscht nun noch, besondere Gewichte zum Gebrauch des Apparats entbehrlich zu machen, und räth deshalb, das eigene Körpergewicht als Belastung zu benutzen. Sobald die Luft comprimirt werden soll, so setzt oder stellt sich der Patient oder ein Gehülfe auf den Apparat, und ersterer athmet während dessen die in die Maske ausströmende comprimirte Luft ein. Soll dagegen in verdünnte Luft ausgeathmet werden, so muss zunächst gleichfalls durch Hinaufstellen oder Setzen bei offenem Schlauch der grösste Theil der Luft aus dem Apparat hinausgelassen werden; steht man sodann auf, so saugt der Apparat Luft von aussen, also wenn die Maske zur Exspiration vorgehalten wird, aus den Lungen an.

Die Druck- und Zugwirkung dieses Apparats beträgt nach Fränkel's manometrischen Untersuchungen in maximo 40 Mm. Quecksilber. Dieser Druck resp. Zug kann aber nicht in constanter Kraft erhalten werden, sondern sinkt mit dem Ausströmen der Luft mehr und mehr, selbst bis zu Null, herab.

Der einzige Vorzug dieses Apparats vor dem meinigen besteht in seinem wohlfeilen Preise. Dagegen bezeichnet Fränkel selbst als dessen Schattenseiten: zunächst, was das wesentlichste, die Inconstanz des Drucks oder Zugs, sodann den Umstand, dass der Apparat durch sehr wenige Athemzüge geleert resp. gefüllt wird, endlich die geringere Dauerhaftigkeit seines Materials.

Hinzuzufügen ist noch die mangelhafte Dosirung der

---

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 29. 1874.

Druckwirkung durch das variable Gewicht des Kranken oder seines Gehülfen.

Auf einem gleichen Princip, aber viel vollkommener ausgeführt, beruht der (Rotations-) Apparat von Biedert (in Worms).

Ein lederner Balg, nach Art einer Ziehharmonika zusammendrückbar, bildet den Luftbehälter. Derselbe ist 50 Ctm. hoch, 22 Ctm. breit. Oben und unten befindet sich je ein dicker Holzdeckel. Einer derselben ist von einer Oeffnung durchbohrt, in welche ein zu einer Maske führender Schlauch luftdicht eingefügt ist. Der entgegengesetzte Deckel trägt gekreuzte Riemen zum Anschnallen von Gewichten. Diese letzteren sind in Form von Bleiplatten zu je $2\frac{1}{2}$ — 5 Pfund gegossen.

Der den Luftbehälter bildende Balg ist in einem eisernen Gestelle derart aufgehängt, dass er mittelst einer Kurbel leicht rotirt werden kann, so dass der die Gewichte tragende Deckel entweder nach oben oder nach unten liegt. Ist das erstere der Fall, so wird je nach der Belastung des Deckels der Balg zusammengedrückt und die Luft in ihm comprimirt. Wird der zur Maske führende Schlauch unterdess geöffnet, so strömt die Luft aus, während die Compression derselben eine constante bleibt. Rotirt man umgekehrt den Balg so, dass der belastete Deckel unten sich befindet, so wirkt die Belastung als Schwerkraft den Balg ausdehnend, also die Luft in ihm verdünnend. Diese Luftverdünnung, die gleichfalls constant ist, kann dann zur Athmung benutzt werden.

Nach dem Gewichte und der Zahl der aufzulegenden Bleiplatten kann eine genau bestimmte Druck- oder Zugwirkung erzielt werden, und gestattet der Apparat die grösste, bisher in Anwendung gekommene Druckdifferenz.

Dieser Apparat besitzt gleich dem Fränkel'schen den Vortheil der Wohlfeilheit, hat aber vor diesem als sehr wesentliche Vorzüge voraus: die genaue Dosirung und die Constanz der Druckwirkung. Der Apparat ist zu therapeutischen Zwecken entschieden brauchbar und ist namentlich wenig bemittelten Patienten zu empfehlen, sobald man ihnen einen Apparat in ihre Behausung zu geben überhaupt für vortheilhaft hält.

Zu wissenschaftlichen Zwecken[1]) genügt er freilich nicht: es

---

1) Wollte ich an meinem Apparate die Vollkommenheit für wissenschaftliche Untersuchungen hintanstellen und nur darauf sehen, dass er allen therapeutischen Zwecken Genüge leistet, so liesse er sich um ein bedeutendes wohlfeiler herstellen. Das Quecksilber-Manometer, die Graduirung nach Centi-

ist unmöglich, mit ihm Messungen, die mindestens zur Constatirung des Fortschritts oder Rückschritts einer etwaigen Besserung erwünscht sind, — ganz abgesehen von weitergehenden Untersuchungen — anzustellen. Für Aerzte wird deshalb, wo irgend möglich, die Anschaffung eines vollkommneren Apparats vorzuziehen sein, um so mehr, als wenn man die Haltbarkeit des Materials an meinem und dem Biedert'schen Apparat mit einander vergleicht, der Vorzug der Wohlfeilheit leicht im Laufe der Jahre in sein Gegentheil umschlagen könnte.

Ich muss noch hervorheben, dass die Maske, welche zu dem Biedert'schen Apparate hinzugegeben wird — wenigstens diejenige, welche ich gesehen —, nicht die Anforderungen eines luftdichten Schlusses erfüllt. Ich meine, man sollte die Forderung der Wohlfeilheit nicht so hoch stellen, dass man etwas für die Wirksamkeit wesentliches darüber vernachlässigt. Eine gut anschliessende Maske gehört zu den unumgänglichen Requisiten, und man fertige eine solche an, auch wenn der Preis des Apparats dadurch vertheuert wird.

Biedert rühmt noch von seinem Apparat mit Recht den Vorzug, dass es ermöglicht wird, comprimirte Luft einzuathmen und unmittelbar darauf in verdünnte Luft auszuathmen — was sonst nur durch Doppel-Apparate auszuführen ist. Bei dem Biedert'schen Apparat muss dann freilich nach jeder Exspiration eine Pause folgen, um erst die kohlensäurehaltige Luft aus dem Behälter zu entfernen und frische einzulassen.

Die bisher beschriebenen Apparate beruhen auf dem von mir zuerst angewandten Princip, die Luftcompression durch die Wirkung aufgelegter Gewichte herbeizuführen. Ein anderes Princip, nämlich in zwei communicirenden Behältern durch Veränderung ihrer Lage gegen einander eine Wasserhöhen-Differenz herzustellen und diese zur Druck- und Zugwirkung zu verwerthen, wurde zunächst von Störk[1]) benutzt und fand Nachahmung.

---

metern, selbst die Lackirung könnte fortfallen, ohne dass dadurch die Wirksamkeit irgend welchen Eintrag erlitte. Ja man könnte noch weiter gehen, und anstatt der theuren Hahnvorrichtung einen einfachen Quetschhahn am Schlauch anbringen. Der Apparat in dieser Gestalt, obgleich sehr haltbar und für die Therapie untadelhaft, wäre dennoch wohlfeil — aber für exacte Untersuchungen nicht brauchbar. Mein Bestreben ging dahin, etwas für alle Zwecke möglichs vollkommenes zu erreichen.

1) Wiener med. Wochenschrift No. 5. 20. 24. 39. 40. 1874.

Der Apparat von Störk besteht aus einem in zwei Hälften getheilten Blechkessel, die unten durch einen Spalt mit einander communiciren, ähnlich wie beim Hauke'schen Apparat. Die eine Hälfte (Wasserreservoir) ist offen, die andere (Luftkessel) steht durch einen Schlauch mit einem Mundstück oder einer Maske in Verbindung, ist aber im übrigen geschlossen. An dem Luftkessel befindet sich ein Ventil zum Einlassen frischer Luft oder zum Ausströmen der Kesselluft in die Atmosphäre. Das Ventil hat Störk später in sehr kunstvoller Weise so eingerichtet, dass es am Ende jeder Schwingung des Apparats sich selbständig öffnet oder schliesst.

Dieser Apparat ist nun in einem eisernen Gestell auf einem scharfen Prisma so aufgehängt, dass er leicht beweglich ist und durch den Anstoss der Hand zum pendelartigen Schwingen veranlasst werden kann. Der Apparat kann höher oder niedriger aufgehängt werden und macht dem entsprechend kleinere oder grössere Excursionen.

Wird nun der Apparat zur Hälfte mit Wasser gefüllt und dann so geneigt, dass der Luftkessel nach unten kommt, so tritt in dem letzteren durch die nun vorhandene Niveau-Differenz der Wasserspiegel unter Hineinfliessen von Wasser eine Luftcompression ein, und öffnet man den abführenden Schlauch oder das Ventil, so strömt die comprimirte Luft aus, und das Wasser stellt sich in gleicher Horizontalebene in beiden Behältern ein. Neigt man dagegen den Apparat nach der Seite des Wasserreservoirs, so tritt das Umgekehrte ein: unter Abfliessen von Wasser aus dem Luftreservoir verdünnt sich in diesem die Luft.

Störk hat seinen Apparat in zwei verschiedenen Dimensionen anfertigen lassen: einen mit 45 Ctm., den anderen mit 70 Ctm. Bodendurchmesser, bei 50 Ctm. Höhe (?).

Die Art, wie Störk die Druckwirkung seines Apparats beschreibt, ist leider physicalisch ganz unhaltbar. Er berechnet die im Luftreservoir, wenn der Apparat halb mit Wasser gefüllt ist und ruhig hängt, enthaltene Luft auf ca. 17500 Ccm. (Diese Maasse gelten von dem kleineren Apparat.) Wird nun bei offenem Ventil der Apparat möglichst tief nach der Seite des Luftreservoirs geneigt, so strömt nach Störk's Schätzung so viel Luft aus, dass nur noch ein Rest von 4000 Ccm. im Reservoir

zurückbleibt. Störk argumentirt nun weiter folgendermassen: Wird nun bei geschlossenem Ventil der Apparat nach der entgegengesetzten Seite geneigt, so „expandirt sich oben erwähntes Luftquantum von 4000 Ccm. in dem Raume, den früher die 17500 Ccm. Luft eingenommen haben, mithin wird selbst in der Ruhelage des Kessels die Luft um mehr als ihr 4faches Volumen verdünnt.“ Dies wäre also eine Luftverdünnung, die mehr als 4 Atmosphären negativen Drucks entspricht!

Es ist unbegreiflich, wie Störk in dieser Weise argumentiren konnte, zumal die Druckmessungen, die er selbst anstellte, nur Druckschwankungen bis zu 30 Mm. Hg. = ca. $^1/_{25}$ Atmosphärendruck in maximo ergeben.

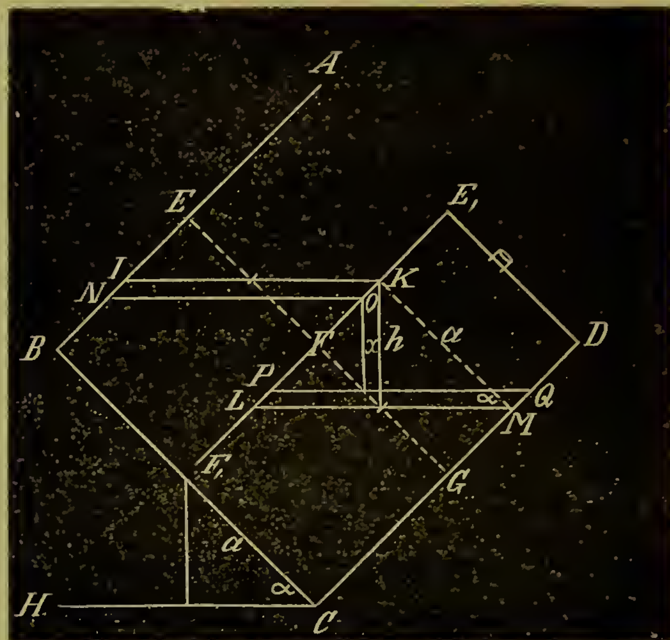
Es ist eine physicalische Nothwendigkeit, dass beim ruhigen Neigen des Apparats nach der einen oder nach der anderen Seite, sobald das Ventil geschlossen ist, nur so viel Wasser aus dem Luftreservoir in den anderen Behälter abfliessen kann, dass eine Luftverdünnung entsteht äquivalent der Differenz der Wasserspiegelhöhe in beiden Behältern. Es wird aber nicht so viel Wasser abfliessen, dass die Luft, welche früher nur 4000 Ccm. Raum einnahm, sich auf einen Raum von 17500 Ccm. expandirt, sondern nur so viel oder vielmehr so wenig, als bei der in maximo zu erzielenden Druckdifferenz für sie Raum frei wird; also beispielsweise bei einer Wasserhöhendifferenz von 20 Ctm. = ca. $^1/_{50}$ Atmosphärendruck $^1/_{50}$ des Raums, also im Ganzen 80 Ccm.; d. h. es wird in diesem Beispiel bei geschlossenem Ventil die Luft, welche früher 4000 Ccm. Raum einnahm, sich so weit verdünnen, dass sie einen sonst 4080 Ccm. fassenden Raum ausfüllt.

Wie sich die Druckschwankungen ihrer Grösse nach verhalten, lässt sich aus der umstehenden Figur leicht erklären.

A B C D sei ein Vertical-Durchschnitt des Apparats, welcher durch eine Scheidewand $E_, F_,$ halbirt ist. Ist das Gefäss halb mit Wasser gefüllt, so steht der Wasserspiegel in der horizontalen E F G. Wird nun das Gefäss um den Winkel α nach dem Luftreservoir hin geneigt, so würden sich die Wasserspiegel in beiden Behältern, falls sie nicht mit einander communicirten, parallel der horizontalen C H stellen, so zwar, dass sie den Linien I K und L M entsprechen. Da nun aber eine Communication zwischen beiden Behältern besteht, so können die Wasserspiegel diese Höhe nicht beibehalten, weil bei derselben die Luft im abgeschlossenen Luftreservoir ihren Rauminhalt nicht geändert hätte und dennoch unter einem erhöhten Drucke stände, nämlich unter dem Drucke einer Wassersäule h, welche gleich der Differenz der Wasserhöhe beider Spiegel ist. Damit nun ein Druckgleichgewicht entstehe, fliesst so viel Wasser aus dem oberen Behälter in den unteren hinüber, dass die Wasserspiegel nunmehr den Linien N O und P Q entsprechen. Nunmehr ist die Luft im abgeschlossenen Reservoir comprimirt, und zwar ist das Maass der Compression die Differenz der Höhe zwischen N O und P Q = x, als Wasserdruck aufgefasst.

Ein Blick auf die beistehende Figur mit einfacher mathematischer Berechnung ergiebt, dass wenn der halbe Breiten-Durchmesser des Apparats a ist, h = a sin α ist, oder mehr allgemein ausgedrückt, h ist stets kleiner als a. Nun ist die eigentliche Druckdifferenz x, welche

Fig. 8.



ihrerseits wieder von der Höhe des Luftraums abhängt[1]), kleiner als h; folglich wird die Wasserdruckhöhe, welche sich erzielen lässt, stets um ein wesentliches kleiner sein, als der halbe Breitendurchmesser des Apparats.

Hieraus ergiebt sich, dass man dem Apparat einen fast kolossalen Breitendurchmesser geben muss, wenn er noch irgend wie wirksam sein soll. Will man beispielsweise bis zu $^1/_{40}$ Atmosphärendruck gelangen, so entspräche dies ca. 26 Ctm. Wasserdruck; der Apparat müsste demnach schon für diesen Fall viel breiter als 52 Ctm. sein[2]).

---

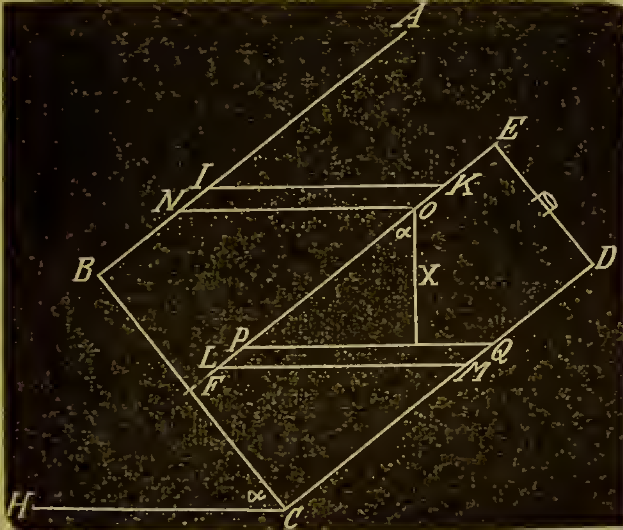
1) Die Berechnung von x ist eine ziemlich einfache. Es würde mich jedoch zu weit führen, darauf näher einzugehen.

2) Meine Bemerkung in der Berliner medicinischen Gesellschaft vom 4 Februar 1874, dass der Störk'sche Apparat „nur eine ganz geringfügige physicalische Wirkung haben könne", bezog sich auf Störk's erste Publication seines Apparats in der Gesellschaft der Aerzte in Wien am 23. Januar 1874. Damals hatte Störk noch kein Ventil angebracht, und ausserdem waren die Dimensionen des Apparats nicht in Berücksichtigung gezogen worden: vielmehr schien es, als ob Störk mit einem compendiösen Apparate auskommen wollte.

Anders gestaltet sich das Verhältniss, nachdem Störk später sein sehr sinnreiches Ventil am Apparat angebracht hat. Mittelst desselben ist es ermöglicht, weit höhere Druckdifferenzen zu erzielen.

Steht nämlich der Apparat gegen das Wasserreservoir geneigt, so öffnet sich das Ventil des Luftreservoirs, und nun strömt zu der verdünnten Luft neue Luft von aussen ein so lange, bis die Wasserspiegel in beiden Behältern gleich hoch stehen. Es bleibt dann im Luftreservoir nur eine relativ kleine Wassermenge zurück, die grössere fliesst in das

Fig. 9.



Wasserreservoir über. Wird nunmehr der Apparat nach der entgegengesetzten Seite geneigt, so enthält das Luftreservoir nur Wasser bis zur Höhe L M, das Wasserreservoir bis zur Höhe I K. Es fliesst nun wieder so viel Wasser ab, dass die Wasserspiegel auf N O und P Q stehen, und die Luftcompression im Luftbehälter gleich ist dem Druck einer Wassersäule von der Höhe x. In diesem Falle ist x grösser als im vorigen — falls die Höhe des Apparats eine genügend grosse ist. $x = OP \cos \alpha$. O P ist ein Bruchtheil der Apparathöhe A B; folglich wird x immer wesentlich kleiner sein als die Höhe des Apparats.

Das Gleiche wie für die Luftcompression gilt für die Luftverdünnung; auch die Berechnung der zu erzielenden Druckdifferenz ist eine ähnliche.

Die zu erzielende Druckhöhe wird demnach abhängen 1) von der Höhe des Apparats, 2) von seinem Breitendurchmesser, 3) von dem Neigungswinkel zur Horizontalen.

Mit Vergnügen nehme ich meine damalige Aeusserung zu Gunsten des nunmehr verbesserten Apparats, der damals noch nicht existirte, zurück.

Aus allem dem ergiebt sich, dass um eine irgend wie genügend hohe Druckwirkung zu ermöglichen, es eines Apparats von sehr umfänglichen Dimensionen bedarf, und dass ein compendiöser Apparat, wie Störk ihn ursprünglich construiren zu wollen schien, ganz unbrauchbare Druckwerthe ergeben würde.

Störk musste deshalb zu den oben angegebenen nicht unbeträchtlichen Dimensionen[1]) nothwendigerweise gelangen. Die Druckwirkungen, die er mit dem kleineren Apparate bei vollkommener Functionirung des Ventils erzielt, fand er in maximo gleich 30 Mm. Quecksilber = ca. $^1/_{25}$ Atmosphärendruck, mit dem grossen Apparat 40 Mm. Hg. = $^1/_{19}$ Atmosphärendruck[2]).

Die Druckwirkung ist demnach im Störk'schen Apparat vollkommen ausreichend. Ganz anders dagegen verhält es sich mit der Constanz der Druckwirkung.

Aus den oben stehenden Figuren wird es sofort ersichtlich, dass das Maximum der Druckwirkung nicht festgehalten werden kann, sondern sofort, wie der zur Maske führende Schlauch geöffnet wird, d. h. in dem Moment, wie der Kranke den Apparat zu benutzen anfängt, der Druck allmälig sinkt. Wird nämlich comprimirte Luft eingeathmet, so steigt beim Oeffnen der Maske der Wasserspiegel im Luftreservoir und fällt im Wasserreservoir, und da die Druckwirkung einzig und allein von der Differenz der

---

1) Der grosse Störk'sche Apparat nimmt einen weit grösseren Raum ein als der meinige.

2) Nach dem Vorstehenden ist es unmöglich, dass diese Zahl richtig ist, wenn in Wirklichkeit die Höhe des Apparats nur 50 Ctm. beträgt. Wir sahen, dass die Druckwirkung stets wesentlich kleiner sein muss, als die Höhe des Apparats in Wasserdruck. Nun entsprechen 50 Ctm. Wasserdruck etwa $^1/_{20}$ Atmosphärendruck; folglich kann unmöglich mit dem Apparat ein Druck von $^1/_{19}$ Atmosphärendruck = 40 Mm. Hg. erreicht werden. Nun glaube ich mich selbst, so weit es bei der flüchtigen Besichtigung möglich war, in Breslau auf der Naturforscher-Versammlung überzeugt zu haben, dass der dort vorgezeigte Apparat in Wirklichkeit 40 Mm. Hg. in maximo erreichte. Ich möchte deshalb annehmen, dass Störk seinem grossen Apparat nicht bloss einen grösseren Breitendurchmesser, sondern auch eine grössere Höhe gegeben hat, als er in seiner Arbeit mittheilt. Auch die Zeichnung des Störk'schen Apparats spricht hierfür. Hiermit wäre die höhere Druckwirkung erklärt.

Möglich wäre es auch, dass bei starkem Schwingen des Apparats das Wasser ein wenig über die zu berechnende Druckhöhe hinüber pendelt. Die hierdurch bedingte Druckdifferenz könnte indess nur eine unbedeutende und ausserordentlich flüchtige sein.

gegenseitigen Wasserspiegelhöhe abhängt, so wird diese Differenz und somit die Druckwirkung unaufhaltsam bis auf ein Minimum oder selbst auf Null reducirt. Das Gleiche geschieht vice versa beim Ausathmen in verdünnte Luft, indem hier die Druckverminderung durch die aus den Lungen zuströmende Luft von Moment zu Moment abnimmt und endlich gleich Null wird. Will man umgekehrt verdünnte Luft inspiriren lassen, so steigert man während des Athmens den Grad der Luftverdünnung — ganz ähnlich wie bei meinem Apparat bei Anwendung einer von mir nur zu beschränkten Zwecken empfohlenen Methode[1]).

Der Störk'sche Apparat besitzt demnach denjenigen Fehler des Hauke'schen, den ich als den wesentlichsten habe bezeichnen müssen. Der Vorzug grösserer Kraftwirkung wäre schon allein durch Vergrösserung des Hauke'schen Apparats zu erzielen gewesen.

Ob die Arbeit, welche am Störk'schen Apparat bei jedem Athemzuge zu leisten ist, bestehend im Schwingen eines schweren mit Wasser gefüllten Gefässes — eine Arbeit, die man schwerlich jemals dem Patienten selbst überlassen dürfte, die also während der ganzen Zeit einen Gehülfen vollständig beschäftigt — eine geringere ist, als das Pumpen beim Hauke'schen Apparat, möchte ich bezweifeln. Es ist mir deshalb unmöglich, im Störk'schen Respirationsapparat irgend einen wesentlichen Vorzug vor dem Hauke'schen Apparat zu entdecken, ganz abgesehen davon, dass sein Preis etwa dreimal so hoch ist, als der dieses letzteren.

Die Motive, welche Störk zur Construction eines neuen Apparats veranlassten, scheinen ursprünglich zwiefacher Art gewesen zu sein. Er warf meinem Apparat die zu grossen Dimensionen vor und wollte einen compendiöseren herstellen. Dass ihm dies nicht gelungen, haben wir gesehen. Sodann wollte er einen Apparat gleich dem v. Cube'schen haben, aus welchem man comprimirte Luft einathmen und gleich darauf in verdünnte Luft ausathmen kann. Er sagt wörtlich[2]): „Beim Waldenburg'schen Apparat, der im Gegensatze zum kleinen und leicht trans-

1) Vergl. oben S. 143.

2) Wiener med. Wochenschr. No. 5. 1874.

portablen Hauke'schen Kessel sich verhält wie beiläufig 1 : 20, ist schon seine Grösse ein Hinderniss der leichten Transportabilität. Während man beim Hauke'schen pumpen muss, um zu inspiriren, und wieder pumpt zum Exspiriren, muss man bei Waldenburg, um zu exspiriren, schwere Gewichte an den Kessel hängen, um denselben zu heben. Will man wieder inspiriren, muss man wieder zum Apparat treten, um die Gewichte von der Rolle abzunehmen und sie oben auf den schwebenden Kessel aufzulegen, damit die Luft comprimirt werde zur Einathmung. Da aber der Patient nicht so lange mit der Luft in seiner Lunge warten kann, bis der Hauke'sche Apparat ein- oder auspumpt und der Waldenburg-sche belastet oder entlastet wird, ist die Respiration eine saccadirte, ungleichmässige, ganz unnatürliche."

Störk's Anschauung, welche ihm als Motiv zur Construction eines neuen Apparats diente, ist durch den eben wörtlich wiedergegebenen Passus hinlänglich charakterisirt[1]). Er verstand weder den Hauke'schen Apparat noch den meinigen, indem er annahm, dass man aus demselben Apparat comprimirte Luft inspiriren und unmittelbar darauf in verdünnte Luft exspiriren könne. (Um diesen Zweck zu erreichen, bedarf es, wie wir sahen, eines Doppelapparats, wie ihn v. Cube construirte, oder einer Combination zweier meiner Apparate.)

Störk hat nun aber auch durch seinen Apparat nicht den ursprünglichen Zweck, dass derselbe als Doppelapparat diene, erreicht, oder richtiger, er ist im Verlaufe seiner Untersuchungen selbst von der Zweckmässigkeit einer solchen Vorrichtung — die er versuchsweise an seinem Apparate anbrachte, indem er beide Hälften desselben als Luftreservoir, die eine zur comprimirten, die andere zur verdünnten Luft, benutzte — zurückgekommen[2]). Eine ununterbrochene alternirende Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft ist mit dem gewöhnlichen Störk'schen Apparat nicht zu erzielen. Mit Unterbrechungen lässt sich indess das Verfahren in der That ausführen, ganz ähnlich wie im Biedert'schen Apparat — ob mit Nutzen? ist noch zu entscheiden.

Wir sahen also, dass die angeblichen Mängel meines Apparats, welche Störk zur Construction des seinigen veranlassten, theils nicht existirten, theils durch das von ihm adoptirte Princip nicht überwunden sind. Im Gegentheil ist wieder ein Rückschritt zum Hauke'schen Apparat eingetreten, indem die Druckwirkung eine inconstante ist.

Störk suchte die Inconstanz der Wirkung als etwas gleichgültiges hinzustellen. Er sagt[3]): „Was von der Nothwendigkeit und Nützlich-

---

1) Auch von anderen Autoren sind ähnliche Vorwürfe gegen meinen Apparat ausgesprochen worden, die aus blossem Unverständniss hervorgegangen sind und durch einsichtsvolle Besichtigung des Apparats und seiner Wirkung von selbst in nichts zerstoben wären. Ich darf es wohl verschmähen, auf dergleichen zu antworten.

2) Wiener med. Wochenschr. No. 39. 1874.

3) Ibid. No. 40. 1874.

keit einer unwandelbaren Constanz der Druckhöhe gesagt wird, kann ich, gestützt auf die Erfahrung, als unnütz oder wenigstens als überflüssige, der theoretischen Speculation entsprungene Behauptung ablehnen. Soll ein Heilmittel wirklichen Nutzen schaffen, darf man es nicht von vornherein mit einem Mysterium umgeben und dessen Gebrauch durch eine Unzahl zweckloser Beschränkungen eindämmen."

Worin das Mysterium besteht, verstehe ich nicht. Dass der Störk-sche Apparat eben so wie der Hauke'sche in vielen Fällen bei der therapeutischen Anwendung bedeutenden Nutzen schaffen kann, bezweifle ich nicht im mindesten; Störk publicirte ja auch bereits eine Anzahl trefflicher Heilerfolge, die er mit seinem Apparate erzielte[1]). Aber trotzdem wird man schwerlich zu läugnen vermögen, dass ein inconstant wirkendes Mittel nicht den Forderungen der Wissenschaft in gleichem Maasse entspricht, wie eines mit constanter Wirkung. Niemand läugnet, dass gewisse Heilmittel therapeutisch Nutzen schaffen können, auch wenn der darin enthaltene wirksame Stoff in inconstanter Menge sich darin befindet; aber, wenn wir ein Präparat besitzen, welches diesen wirksamen Stoff in genau zu bestimmender Quantität enthält, welchen wir demgemäss exact dosiren können, so werden wie diesem sicherlich den Vorzug geben. Was von den gewöhnlichen Medicamenten gilt, muss in viel höherem Maasse bei einem mechanischen Heilmittel Geltung haben — dessen Wirkung überdies eine so tief greifende ist, wie wir sie kennen lernen werden.

Will man die Inconstanz der Wirkung trotzdem in den Kauf nehmen, so müssen wenigstens andere Vortheile dafür geboten werden — etwa wie die Wohlfeilheit des Preises im Fränkel'schen Apparat — die ich aber bei Störk zu meinem Bedauren vermisse.

Auf dasselbe Princip wie Störk gründet Treutler (in Blasewitz) die Construction eines „vereinfachten pneumatischen Apparats" [2]). An Stelle eines Gefässes mit doppeltem Reservoir benutzt er zwei Gefässe, die durch einen Schlauch mit einander verbunden sind. Es ist leicht ersichtlich, dass durch Aufstellen beider Gefässe über einander nach Einfüllen von Wasser in das obere Gefäss die Luft in dem oberen sich verdünnen, in dem unteren comprimiren muss, indem Wasser aus dem oberen in das untere Gefäss abläuft. Leider scheint Treutler bei der Idee geblieben zu sein. Wenigstens überlässt er es dem Leser, sich selbst eine Vorrichtung zu ersinnen, durch welche die Gefässe nach Belieben hoch oder niedrig gestellt werden. Dass dies den

---

1) Ibid. No. 39. 40. 1874.

2) Ibid. No. 33. 1874.

Händen des Patienten bei jedem Athemzuge überlassen werden soll, ist nicht gut denkbar[1]).

Sehr treffend bemerkt B. Fränkel[2]), welcher mit Versuchen in gleicher Richtung beschäftigt war, dass für ihn „die Schwierigkeiten erst da begonnen haben, wo Treutler aufhört, Mittheilungen zu machen, nämlich bei dem Versuche, einen billigen, auf diesem Princip basirten Apparat einzurichten, der dem Kranken selbst die Bewegung der Gefässe und dabei fortwährendes Respiriren gestattet.“ Fränkel theilt vorläufig mit, dass er selbst das Princip so ausgeführt hat, dass zwei Flaschen durch ein Gasrohr mit einander verbunden sind und dieses Rohr in der Mitte beweglich in einem Lager ruht, so dass durch Schaukeln desselben Niveau-Differenzen in den mit Wasser gefüllten Gefässen erzeugt werden. Weitere Mittheilungen hierüber fehlen noch.

Störk[3]) räth, die Hebung der beiden Gefässe — bei Treutler und B. Fränkel — durch einen an der Zimmerdecke angebrachten kleinen Flaschenzug zu bewirken.

Endlich ist noch eine „kurze Mittheilung“ von Högyes[4]) (in Pest) zu erwähnen, welcher das „Bunsen'sche Wassertrommelgebläse“ als künstlichen Athmungsapparat sowohl für condensirte als für verdünnte Luft benutzt und es überall dort empfiehlt, wo sich bereits ein solches zu chemischen Zwecken befindet, wie in Krankenhäusern und Laboratorien.

Leider ist die Mittheilung nur eine vorläufige und so kurz, dass Näheres nicht daraus zu ersehen ist, namentlich nicht, in welcher Weise Högyes die Druckkraft reguliren und dosiren wolle.

---

1) Ich halte es nicht für angemessen, auf die von Treutler meinem Apparate gemachten Vorwürfe zu antworten. Die Fehler, welche er demselben andichtet, existiren nur in seiner Phantasie, und ich möchte seinen Windmühlenkampf, den er zur Verherrlichung seiner eigenen Idee unternimmt, nicht stören. Jeder einigermassen Kundige wird sofort erkennen, dass Tr. nicht nur, wie er selbst zugiebt, meinen Apparat nicht gesehen, ja dass er dessen Beschreibung nicht einmal mit einiger Aufmerksamkeit gelesen hat.

2) Centralblatt f. d. med. Wissensch. No. 44. 1874.

3) Wiener med. Wochenschr. No. 40. 1874.

4) Centralblatt f. d. med. Wissensch. No. 11. 1874.

Sollte sich Högyes auf die Arbeit von Bunsen in den Annalen der Chemie und Pharmacie[1]) vom Jahre 1868 beziehen, in welcher dieser Autor seine „gläserne Wasserluftpumpe“ beschreibt, so wird bei dieser nur eine Luftverdünnung von 6 bis 12 Mm. Quecksilberdruck erzielt, was für therapeutische Zwecke nicht ausreicht. Andere Wassertrommelgebläse, z. B. ein solches, wie ich es hier im Laboratorium des Herrn Prof. Liebreich gesehen, ergeben wieder eine viel zu hohe Saugkraft, um therapeutisch ohne weiteres benutzbar zu sein. Es sind also nähere Angaben von Högyes zu erwarten, welche Vorrichtungen er einzuschalten räth, um in jenen Apparaten die verdünnte Luft und ganz besonders die comprimirte Luft in ausreichender Weise für die Therapie nutzbar zu machen.

Ich bemerke schliesslich noch, dass in der oben erwähnten Arbeit von Bunsen auch eine Verbindung zweier Flaschen durch einen Schlauch, die theilweise mit Wasser gefüllt, in verschiedener Höhe aufgestellt werden, beschrieben und abgebildet ist — also dieselbe Vorrichtung, welche Treutler und B. Fränkel später zur Herstellung eines pneumatischen Apparats zu benutzen versuchten. Bunsen verwendete die Luftverdünnung nur zu chemischen Zwecken, speciell zu Filtrationen.

---

1) Band 148. Heft 3.

Die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats auf die Lungen und die Respiration.

Die verschiedenen Anwendungsmethoden des pneumatischen Apparats entwickeln ganz bestimmte physiologische Wirkungen einerseits auf die Respiration, andererseits auf die Circulation. Ich habe diese Wirkungen an meinem Apparat, der alle Vorbedingungen für wissenschaftliche Untersuchungen erfüllt, bei Gesunden und Kranken eingehend studirt und das Wichtigste darüber zur Zeit bereits veröffentlicht. Meine später ununterbrochen fortgesetzten Untersuchungen konnten die erst gewonnenen Resultate nur bestätigen und in mancher Beziehung erweitern.

Ich beginne damit, die Wirkungen auf die Respiration zu beschreiben, und zwar zunächst diejenigen, welche bei der Ausathmung in verdünnte Luft hervortreten.

1. Exspiration in verdünnte Luft.

Athmet ein Gesunder bei gut schliessender Maske[1]) nach vorhergegangener tiefer Inspiration so lange, wie er vermag, in verdünnte Luft aus, so steigt der Cylinder um ein bestimmtes Maass in die Höhe, und wir erhalten für jede Exspiration ein

1) Ich wiederhole nochmals, dass bei allen Experimenten, welche ich mittheile, zunächst genau festgestellt wurde, dass die Maske luftdicht am Gesichte schliesst. Man kann sich aufs leichteste davon überzeugen, ob dies der Fall ist, oder nicht. Athmet man in verdünnte Luft aus bei gut schliessender Maske, so steigt der Cylinder nur so lange in die Höhe, als man ausathmet, und bleibt dann, so wie man nicht weiter auszuathmen vermag, unbeweglich stehen. Schliesst die Maske dagegen nicht genau, so steigt der Cylinder, auch wenn nicht mehr ausgeathmet wird, noch weiter in die Höhe, durch die Lücken zwischen Gesicht und Maske Luft ansaugend. Das Gleiche ist bei der Einathmung comprimirter Luft der Fall, indem bei gut schliessender Maske der Cylinder nur so lange heruntersinkt, als eingeathmet wird, und dann unbewegt still steht; dagegen bei

genau abzumessendes Quantum Luft. Dieses Quantum lässt sich am Apparat nach der Anzahl der Centimeter, um welche der Cylinder in die Höhe gestiegen ist, berechnen. Je 1 Ctm. Höhe umfasst 573 Ccm. Luft unter gewöhnlichem Atmosphärendruck. Hiervon muss so viel abgezogen werden, als durch den verminderten Druck die Luft mehr expandirt ist. Beispielsweise bei einer Luftverdünnung um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck enthält 1 Ctm. Cylinderhöhe $^{573}/_{60}$ Ccm. = 9,5 Ccm. weniger als unter gewöhnlichem Druck, also nur 573 — 9,5 = 563,5 Ccm.

Man kann entweder bei jeder einzelnen Exspiration ablesen, um wie viel der Cylinder in die Höhe gestiegen ist, und hiernach das Luftquantum berechnen; oder man kann, was ein genaueres Ergebniss verspricht, aus einer Anzahl von Athemzügen, z. B. aus 5 oder 10 Exspirationen, das Mittel für je eine Exspiration berechnen.

Dies zur Orientirung vorausgeschickt, stellten sich bei meinen Untersuchungen regelmässig die folgenden Resultate heraus:

1. Das in verdünnte Luft ausgeathmete Luftquantum ist stets grösser als das am Spirometer gewonnene Maass der vitalen Lungencapacität.

Zur besseren Vergleichung habe ich zu diesem Versuch den pneumatischen Apparat selbst in der oben angegebenen Weise als Spirometer benutzt. Während also bei äquilibrirtem Cylinder die Versuchsperson niemals mehr als ein bestimmtes Quantum Luft, nämlich dasjenige, welches ihrer vitalen Lungencapacität entspricht, auch bei der grössten Anstrengung auszuathmen vermag, vermehrt sich dieses Quantum sofort, so wie durch Anhängen von Gewichten die Luft im Cylinder verdünnt wird.

Je grösser die Luftverdünnung ist, welche zur Unterstützung der Exspiration verwandt wird, um so grösser wird auch — bis zu einem gewissen Grade — das Quantum der ausgeathmeten Luft.

---

nicht luftdicht schliessender Maske so lange immer weiter sinkt, als der Hahn überhaupt offen ist. Inspirationen verdünnter Luft hinwiederum lassen sich überhaupt kaum ausführen, wenn die Maske nicht fest schliesst. Hier wird nämlich bei gut schliessender Maske der Cylinder durch die Inspiration zum Sinken gebracht, während er bei nicht luftdichtem Anschluss im Gegentheil steigt.

Die Vermehrung der ausgeathmeten Luftmenge ist eine viel grössere, als die Luftverdünnung beträgt. Während beispielsweise bei einer Luftverdünnung von $^1/_{50}$ Atmosphärendruck die einer vitalen Lungencapacität von 4000 Ccm. entsprechende Athemluft sich auf einen Raum expandiren würde, der bei gewöhnlichem Druck 80 Ccm. mehr, also 4080 Ccm. fasst, so beobachten wir bei der Fxspiration in verdünnte Luft, dass die betreffende Person viele Hundert Cubikcentimenter mehr als 4080 Ccm. entleert.

Diejenige Luftmenge, welche über die vitale Lungencapacität hinaus beim Exspiriren in verdünnte Luft ausgeathmet wird, kann nur allein der Residualluft angehören.

Wir haben hier somit als erstes wichtiges Resultat, dass bei Exspiration in verdünnte Luft den Lungen ein Theil der Residualluft entzogen wird — was wir bisher durch kein anderes Mittel[1]) zu erreichen vermochten.

Das Luftvolumen, welches der Residualluft durch unsere Methode entzogen wird, kann bei starker Luftverdünnung sehr beträchtlich werden. Bei einer vitalen Lungencapacität von 3000 bis 4000 Ccm. können schon durch Ausathmung in einen wenig luftverdünnten Raum ($^1/_{60}$ bis $^1/_{50}$ Atmosphären-Verdünnung) 500 bis 1000 Ccm. der Residualluft entzogen werden; bei einer stärkeren Luftverdünnung kann das Quantum weit über 1000 Ccm. und selbst bis über 2000 Ccm. sich steigern.

Als Beispiel möge folgende Beobachtung an einem gesunden kräftigen Mann dienen:

Vitale Lungencapacität	4000	Ccm.
Ausgeathmetes Luftquantum bei Luftverdünnug		
um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck	4800	-
- $^1/_{30}$ -	5250	-

Hier werden also bei der freilich sehr hohen Luftverdünnung um $^1/_{30}$ Atmosphärendruck der Residualluft 1250 Ccm. entzogen; aber auch schon bei der für therapeutische Zwecke am meisten benutzten Luftver-

1) Ausgenommen hiervon ist vielleicht noch die Gerhardt'sche Methode, welche die Exspiration durch mechanische Manipulationen — besonders Druck auf Brust und Unterleib — zu befördern sucht. Vergl. Berl. klin. Wochenschr. No. 3. 1873.

dünnung von nur $^1/_{60}$ Atmosphärendruck wurde die Residualluft um 800 Ccm. entlastet.

Die folgenden Versuche habe ich an mir selbst angestellt. Sie ergaben noch bei weitem höhere Werthe:

Vitale Lungencapacität	3000 Ccm.
Ausgeathmetes Luftquantum bei Luftverdünnung	
um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck	3900 -
- $^1/_{40}$ -	5000 -
- $^1/_{30}$ -	5500 -

Ich konnte demnach 2500 Ccm. der Residualluft meinen eigenen Lungen entziehen. Subjectiv hatte ich zugleich die Empfindung der äussersten Compression des Thorax und Hinaufgestiegenseins des Zwerchfells, so dass ich eine stärkere Luftverdünnung nur mit Mühe ertragen hätte.

Das gleiche Ergebniss wie an Gesunden erhält man bei Kranken, sobald sie im Stande sind, das Verfahren exact auszuführen.

Die grössten Werthe erhält man bei Emphysematikern, sobald die Erkrankung noch nicht sehr vorgeschritten und der Thorax, besonders durch senile Vorgänge, noch nicht starr geworden ist. Hier gelingt es ganz gewöhnlich, schon durch Ausathmen in einen nur wenig verdünnten Raum (etwa $^1/_{60}$ Atmosphärendruck) der Lunge 1000—2000 Ccm. und selbst mehr über das Maass der vitalen Lungencapacität hinaus, also auf Kosten der Residualluft, zu entziehen. Ich hatte sogar Beispiele, in welchen Emphysematiker 5000 — 6000 Ccm. Luft in den Cylinder (bei $^1/_{60}$ bis $^1/_{40}$ Atmosphärendruck Verdünnung) entleerten, während ihre vitale Lungencapacität nur 2000 — 3000 Ccm. betrug. Folgender Fall stellt das Aeusserste dar, was ich beobachtete: Es betrifft einen sehr gross gewachsenen, urkräftig gebauten Emphysematiker mit 4350 Ccm. vitaler Lungencapacität. Derselbe entleerte bei $^1/_{26}$ Atmosphärendruck Luftverdünnung 7800 Ccm. Luft in den Apparat, entzog also seiner Residualluft 3450 Ccm. bei jeder Exspiration.

Nach diesen meinen Versuchen am pneumatischen Apparat habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass das Volumen der Residualluft von den Physiologen für gewöhnlich viel niedriger ge-

schätzt wird[1]), als es der Wirklichkeit entspricht; denn wenn durch den pneumatischen Apparat ein gewisses Quantum der Residualluft entzogen wird, so kann doch dasselbe immer nur einen Bruchtheil der gesammten Residualluft bilden, von der wahrscheinlich bei Gesunden meist der grössere Theil — bei Emphysematikern aber wohl nur der geringere Theil — in den Lungen zurückbleibt.

Dass bei Emphysematikern eine so grosse Luftmenge durch die Exspiration in verdünnte Luft den Lungen entzogen werden kann, lässt sich leicht erklären:

Durch die Erkrankung ist die Lunge über ihr gewöhnliches Maass ausgedehnt, und die verminderte Elasticität des Parenchyms vermag nicht mehr auch bei der angestrengtesten Exspiration die Lunge bis zu ihrer normalen Exspirationsstellung zu retrahiren. Der Raum für die Residualluft ist somit beim Emphysematiker — je nach dem Grade der Erkrankung in mehr oder weniger hohem Grade — über die Norm erweitert. Folglich kann auch durch die Exspiration in die verdünnte Luft des Apparats dem Emphysematiker mehr Luft entzogen werden, als dem Gesunden. Zunächst kann ihm das ganze Luftquantum entfernt werden, um welches die Lungen sich über die Norm erweitert hatten, und sodann noch aus dem normal für die Residualluft bestimmten Raum ein neues Quantum.

Diese Thatsache giebt uns aber zugleich ein neues Mittel an die Hand zur genaueren Präcisirung der Diagnose und Prognose bei Emphysem.

Gelingt es nämlich dem Emphysematiker noch, durch Ausathmen in verdünnte Luft ein erhebliches Luftquantum — wenig-

1) In Funke's Lehrbuch der Physiologie (3. Auflage. Leipzig 1860. Bd. I. S. 401) findet sich die Residualluft auf nur 1400 — 2000 Ccm. angegeben. — Gréhant (Centralblatt für die med. Wissensch. No. 43. 1864) schätzte nach seinen Untersuchungen mit Einathmung von Wasserstoffgas die Residualluft bei Erwachsenen auf 2190 — 3220 Ccm. Diese Ziffern kommen wohl der Wirklichkeit näher, scheinen mir aber auch noch bei weitem zu klein zu sein. Nicht nur die Schätzung nach meinen Beobachtungen am pneumatischen Apparat, sondern auch die Berechnung nach den Brustdurchmessern deuten auf viel höhere Werthe hin.

stens ein solches, welches seine vitale Lungencapacität nicht in gar zu geringem Maasse übertrifft, oder welches im ganzen mindestens einer normalen vitalen Capacität gleichkommt — zu entleeren, so ist der Thorax noch dehnbar, Thorax und Lunge noch fähig, in eine der Norm mehr entsprechende Lage sich zu retrahiren, und die Prognose demgemäss günstig. Werden dagegen auch bei der Exspiration in verdünnte Luft kaum wenige Hundert Cubikcentimeter mehr ausgeathmet, als die schon erheblich gesunkene vitale Lungencapacität beträgt, so beweist dies, dass Thorax und Lunge auch bei der mechanischen Unterstützung sich nicht mehr genügend zu retrahiren vermögen, und die Prognose wird eine ungünstige. Namentlich gilt dies von dem starr gewordenen Thorax der Greise oder von hochgradigem, sehr lange bestehendem Emphysem, bei welchem gleichfalls der ektatische Thorax die Fähigkeit sich zu retrahiren eingebüsst haben kann.

Kehren wir wieder zu unserem obigen Ergebniss zurück, so können wir über die unmittelbare Wirkung der Exspiration in verdünnte Luft auf die Respiration zwei wichtige Schlüsse ziehen:

a) Durch Ausathmen in verdünnte Luft wird unmittelbar der Gasaustausch in den Lungen, oder mit anderen Worten die Lungenventilation, über die Norm gesteigert.

b) Bei einer jeden Exspiration in verdünnte Luft retrahirt sich die Lunge beträchtlicher, als es sonst bei der forcirtesten Exspiration möglich ist, sie nimmt einen kleineren Raum ein als normal.

Diese Schlüsse ergeben sich so direct und so von selbst aus den obenstehenden Beobachtungen, dass eine weitere Begründung überflüssig erscheint.

Wenn, wie die oben angeführten Zahlen ergeben, mit jedem Athemzuge weit mehr Luft als normal den Lungen entzogen wird, so muss auch weit mehr Kohlensäure als für gewöhnlich entfernt werden, und dies in um so höherem Maasse, als gerade die Residualluft unzweifelhaft am reichsten an Kohlensäure ist. Je mehr nun kohlensäurehaltige Luft bei der Exspiration abgeführt wird, um so mehr Raum ist für die Zufuhr frischer atmosphäri-

scher Luft bei der folgenden tiefen Inspiration vorhanden. Wir erreichen somit eine so bedeutende Lungenventilation, wie wir sie auf andere Weise überhaupt nicht zu erzielen vermögen.

Die zweite, gleichfalls durch andere Mittel nicht zu ermöglichende Wirkung der verdünnten Luft ist die vermehrte Retraction der Lunge, die Verkleinerung ihres Volumens. Dass mit jeder Exspiration diese Verkleinerung eintreten muss, ergiebt sich mit Nothwendigkeit aus den obigen Zahlen.

Wenn ein von elastischen Wänden umschlossener Raum beispielsweise 1000 Ccm. Luft weniger enthält, als er zuvor enthalten hatte, und dies unter dem Einfluss eines verminderten Luftdrucks geschieht, der bei gleichbleibendem Raum — unter Communication mit verdünnter Luft — das frühere Maass nur um höchstens 100 Ccm. hätte vermindern können, so ist jede andere Annahme ausgeschlossen, und es bleibt nur die eine Möglichkeit übrig, dass sich der Raum um die ersichtliche Differenz verkleinert hat. Es ist einfach unmöglich, dass Thorax und Lungen ihr früheres Volumen beibehalten, wenn sie an Luftinhalt mehr verloren haben, als aus der blossen Luftverdünnung resultirt. Die Lungen müssen sich eben unter dem Einfluss der verdünnten Luft so weit verkleinern, als dies die Retractilität der Brustwandungen zulässt; über diese Grenze hinaus wird eine weitere Verkleinerung der Lungen unmöglich sein — und ist diese Grenze erreicht, so bleibt der Cylinder des Apparats fest in seiner Lage stehen und steigt nicht weiter in die Höhe.

Zum Ueberfluss bin ich sogar noch im Stande, durch Brustmessung die Verkleinerung des Thoraxumfangs unter dem Einfluss der Exspiration in verdünnte Luft in directester Art nachzuweisen.

Als Beispiel dient mir ein gesunder Mann, der bei tiefster Exspiration auf der Höhe der Brustwarze einen Brustumfang von 91 Ctm. darbort. Liess ich denselben in verdünnte Luft, welche um $^1/_{40}$ Atmosphärendruck verdünnt war, ausathmen, so reducirte sich der Brustdurchmesser auf 89 Ctm., und bei einer Luftverdünnung von $^1/_{24}$ Atmosphärendruck sogar auf 88 Ctm. Der Brust- resp. Lungenumfang war somit durch unser Verfahren um

volle 3 Ctm. gegen seine sonstige tiefste Exspirationsstellung verkleinert worden.

Der objectiv wahrnehmbaren Wirkung entspricht die subjective Empfindung. Die meisten Personen geben an, dass sie, während sie in verdünnte Luft ausathmen, fühlen, wie ihr Brustkorb mehr als gewöhnlich zusammengeschnürt werde. Diese Empfindung des Zusammengepresstwerdens ist am stärksten an den unteren seitlichen und vorderen Partien des Thorax. Kranke, die von der Anatomie und Physiologie der Respiration keinerlei Vorstellung haben, beschrieben mir zuweilen aufs pünktlischste, wie sie ein Hinaufpressen vom Bauch in die Brust, d. h. ein Hinaufgezogenwerden des Zwerchfells, fühlen.

Je mehr die Luft in dem Cylinder, in welchen hinein ausgeathmet wird, verdünnt ist, um so deutlicher und stärker treten die subjectiven Empfindungen hervor. An mir selbst und vielen Collegen konnte ich dies bei häufigen Untersuchungen bestätigt finden.

Steigert man die Luftverdünnung über einen gewissen Grad hinaus, so wird die Empfindung der Brustzusammenschnürung zur Unerträglichkeit erhöht, und es können Schmerzen in den Brustwandungen hinzutreten. Bei gesunden Personen tritt die Empfindung des Uebermaasses gewöhnlich erst bei einer Luftverdünnung ein, die beträchtlicher ist als $^1/_{30}$ Atmosphärendruck. Bei Kranken macht sie sich meist schon bei einer viel geringeren Luftverdünnung bemerkbar.

2. Wir haben bisher die directen und sofort bei jeder Exspiration auftretenden Wirkungen kennen gelernt, die sowohl bei Gesunden als bei Kranken zu beobachten sind. Zu diesen kommt eine Anzahl weiterer Wirkungen hinzu, die bei längerem Gebrauch des Verfahrens an Kranken mit eben solcher Sicherheit hervortreten, wie die beschriebenen, und die einfach aus diesen resultiren.

Bei der jedesmaligen Exspiration in verdünnte Luft sehen wir, dass die Lunge sich unter ihr gewöhnliches Volumen retrahirt. Bei der Inspiration tritt sie wieder in ihren früheren Raum zurück. Uebt nun ein Emphysematiker täglich durch einige

Wochen dieses Verfahren, so fand ich fast regelmässig — wo überhaupt eine Heilung noch möglich war —, dass das Lungenvolumen für die Dauer verkleinert wurde.

In zahlreichen Fällen habe ich die allmälig eintretende Lungenverkleinerung durch die Percussion auf das evidenteste nachweisen können. Im therapeutischen Theile werde ich Beispiele mittheilen, aus denen dies ersichtlich wird. Bei Kranken selbst mit dem hochgradigsten Emphysem, bei denen die ektatischen Lungen bis zum freien Rippenrande reichten und das Herz vollständig überdeckten, konnte ich oft schon im Verlaufe weniger Wochen constatiren, dass die Lungen auf ihre normalen Grenzen retrahirt waren, und dass die herabgedrängte Leber wieder in ihre natürliche Lage zurückgekehrt war.

Wir haben hier somit eine Wirkung, die durch kein Heilmittel — auch nicht durch das pneumatische Cabinet — bisher zu erzielen möglich gewesen.

3. Die vitale Lungencapacität wird bei längerem Gebrauch der in Rede stehenden Exspirationsmethode allmälig mehr und mehr erhöht.

Diese Thatsache, die ich in zahlreichen Fällen mit fast regelmässiger Constanz — die Ausnahmen betreffen nur die schwersten, unheilbaren Erkrankungen — beobachtete, erklären sich aufs leichteste aus den bereits beschriebenen Wirkungen.

Bei den ersten Versuchen, in verdünnte Luft zu exspiriren, wird, wie wir sahen, die Lunge sofort mehr retrahirt als sonst bei forcirter Exspiration. Zwar tritt, so wie das Athmen am Apparat aufhört, wieder der frühere Zustand ein. Aber werden die Versuche täglich fortgesetzt, so gewinnt die Lunge mehr und mehr das Vermögen, sich auch ohne Unterstützung der verdünnten Luft über ihr früheres Maass zu retrahiren. Hierzu kommt noch — wenigstens bei Emphysematikern — die allmälige Verkleinerung der Lunge auch für die ruhige In- und Exspirationsstellung. Hat demnach ein Kranker täglich einige Zeit hindurch das Verfahren ausgeübt, so wird der in seinen Lungen der Residualluft verbleibende Raum mehr und mehr bis zu einem gewissen Grade beschränkt werden, und da die Excursion für die Inspiration

die gleiche bleibt wie zuvor, so muss daraus nothwendig eine Erhöhung der vitalen Lungencapacität resultiren.

Die vitale Lungencapacität setzt sich bekanntlich aus Reserveluft, Respirationsluft und Complementärluft zusammen[1]). Durch die Exspiration in verdünnte Luft rückt die mittlere Respirationsstellung des Zwerchfells allmälig mehr hinauf, der Raum zwischen gewöhnlicher und tiefer Inspirationsstellung wird dadurch erheblich vergrössert, demnach wird die Complementärluft wesentlich vermehrt. Dadurch ferner, dass die Lungen geübt werden, sich mehr als gewöhnlich zu retrahiren, wird höchst wahrscheinlich auch der Raum zwischen gewöhnlicher Exspirations- und forcirter Exspirationsstellung vergrössert, also auch das Quantum der Reserveluft vermehrt. Bestand endlich schon bei ruhigem Athmen Dyspnoë, so dass die gewöhnliche Respirationsluft zur Decarbonisirung des Blutes nicht ausreichte, so wird bei einem solchen Kranken, der einige Zeit nach der in Rede stehenden Methode behandelt wurde, in dem Maasse, als die Lunge sich verkleinert hat, Raum genug für eine normale Respirationsbreite vorhanden sein, oder mit anderen Worten, die früher abnorm kleine Respirationsluft wird sich vermehren und zur Norm zurückkehren.

Wir sehen demnach, dass sich die Zunahme der vitalen Lungencapacität auf die drei Factoren vertheilt, aus denen sie sich zusammensetzt. Wie dadurch einer Dyspnoë vorgebeugt wird, werden wir weiter unten erörtern.

Die Grösse, um welche die vitale Lungencapacität sich erhöht, wird zuweilen eine so beträchtliche, dass mir selbst die Möglichkeit einer solchen früher kaum glaublich erschienen wäre. So behandelte ich Emphysematiker, deren vitale Lungencapacität innerhalb 2—4 Wochen um mehr als 1000 Ccm. stieg. Gegenwärtig habe ich einen Emphysematiker in Behandlung, dessen vitale Capacität innerhalb 4 Wochen von 3000 Ccm. auf 4200 Ccm. anwuchs; bei einem anderen stieg sie innerhalb 14 Tagen von 2800 Ccm. auf 4000 Ccm.

---

1) Vergl. oben S. 84 ff.

Steigerungen um 500—1000 Ccm. innerhalb weniger Wochen gehören zu den gewöhnlichen Resultaten.

Beispiele, welche die obigen Angaben illustriren, werden im therapeutischen Theile berichtet werden.

Diese Ergebnisse sind um so überraschender, als es vor der Erfindung der neuen Methode, die vitale Lungencapacität zu steigern, theils gar nicht, theils nur in ganz unerheblichem Grade gelang. Am meisten leisteten in dieser Beziehung noch die pneumatischen Cabinette; aber so beträchtliche Steigerungen, wie ich sie durch den transportablen pneumatischen Apparat fast regelmässig erzielte, vermochten die Cabinette nicht hervorzurufen — ganz natürlich, da sie ja auch die ektatischen Lungen zu verkleinern nicht vermögen. — Auch vom Aufenthalt im Höhenklima beobachtet man gewöhnlich eine allmälige Steigerung der vitalen Lungencapacität, aber gleichfalls nicht annähernd in dem Grade, wie vom transportablen pneumatischen Apparat. Auch das Höhenklima vermag, wie die pneumatischen Cabinette, die Lungen und den Thorax nur zu erweitern, nicht zu verkleinern.

Alle übrigen therapeutischen Methoden — etwa die Gerhardt-sche mechanische Behandlung vielleicht ausgenommen — vermögen die vitale Lungencapacität nur höchst unbedeutend zu beeinflussen. Jahre hindurch habe ich mich von dieser Thatsache zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Selbst in denjenigen Fällen, in welchen ich die günstigsten Resultate in betreff der Besserung des subjectiven Befindens und der vornehmlichsten Krankheitssymptome erzielt hatte, war die vitale Lungencapacität sich gleich geblieben oder nur unerheblich gesteigert — freilich war auch die Lunge eben so ektatisch geblieben wie zuvor.

Die Steigerung, welche die Lungencapacität erfährt, ist bei denjenigen Personen am stärksten, bei welchen wegen Lungenektasie die Capacität herabgesetzt war, also bei Emphysematikern. Je mehr sich die Capacität der normalen nähert, um so geringer wird die Steigerung, welche die Behandlung mittelst des pneumatischen Apparats ausübt. Am geringsten ist sie wahrscheinlich bei Gesunden — aus nahe liegenden Gründen stehen mir hierüber keine Beobachtungen zur Verfügung.

Es ist anzunehmen, dass die Lungencapacität schon am Ende eines jedesmaligen Gebrauchs der in Rede stehenden Methode um etwas gesteigert ist, und dass die Gesammtsteigerung aus den kleinen täglichen Steigerungen resultirt. Einige Beobachtungen, die ich nach dieser Richtung anstellte, scheinen dies zu bestätigen. Indess sind die Resultate deshalb unsicher und nicht in allen Fällen zu constatiren, weil unmittelbar nach dem Gebrauch des Verfahrens die Kranken meist mehr oder weniger angestrengt sind und deshalb nicht ihre volle vitale Capacität zum Austrag bringen können. Man muss deshalb für diese Versuche einige Zeit, etwa 1 Stunde, später die Messung anstellen.

4. Die Ein- und Ausathmungskraft, am Pneumatometer gemessen, wird allmälig erhöht.

Eben so wenig wie eine Erhöhung der vitalen Lungencapacität, war es mir früher gelungen, eine irgend wie beträchtliche Erhöhung der pneumatometrischen Werthe durch die verschiedensten therapeutischen Eingriffe zu bewirken. Selbst wenn die Emphysematiker so weit gebessert waren, dass sie nicht mehr dyspnoëtisch waren und sich in einem leidlichen Zustande befanden, das Pneumatometer zeigte immer noch die exspiratorische Insufficienz an. Erst durch die neue mechanische Behandlungsmethode gelang es mir, die pneumatometrischen Werthe erheblich zu steigern und in vielen Fällen selbst die Exspirationsinsufficienz vollständig zu beseitigen.

Die Exspiration in verdünnte Luft wirkt sowohl steigernd auf die Exspirationskraft wie auf die Inspirationskraft, auf erstere jedoch erheblicher als auf letztere.

Indem es dem Kranken allmälig gelingt, seine Lungen mehr und mehr zu retrahiren, in dem Grade also, als die verminderte Lungenelasticität sich hebt und die Exspirationsmuskeln kräftiger agiren, steigert sich naturgemäss auch das Maass der Ausathmungskraft. Aber auch die Steigerung der Inspirationskraft lässt sich leicht erklären, wenn man das Folgende erwägt. Durch den Gebrauch des in Rede stehenden Verfahrens wird, wie wir sahen, das Volumen der Lunge für die gewöhnliche ruhige Respirationsstellung verkleinert. Bei starker Inspiration

vermag deshalb der Brustkorb eine grössere Excursion zu machen als vorher, die Inspirationsmuskeln können demnach eine grössere Kraft entfalten, indem die Widerstände für die tiefe Inspiration sich verkleinert haben.

Wir beobachten demnach fast regelmässig, dass beim Gebrauch der Exspiration in verdünnte Luft die früher insufficiente Exspirationskraft der Emphysematiker, deren Werth kleiner war als der der Inspirationskraft, allmälig so anwächst, dass sie den früheren Grad der Inspirationskraft überschreitet, also diesem gegenüber als vollkommen sufficient zu betrachten wäre. Meist steigt aber auch die Inspirationskraft ziemlich beträchtlich selbst über das gewöhnliche Maass hinaus und bleibt deshalb immer noch grösser als die gestiegene Exspirationskraft. In vielen Fällen jedoch nimmt die Steigerung der Exspirationskraft um so viel erheblicher als die der Inspirationskraft zu, dass sie schliesslich diese sogar übertrifft, dass also weder eine absolute, noch eine relative Exspirations-Insufficienz mehr vorhanden ist.

In betreff der hierher gehörigen Fälle verweise ich auf den therapeutischen Theil. Hier will ich nur beispielsweise erwähnen, dass ich Kranke beobachtete, anfangs mit einer Inspirationskraft von 80—100 Mm., einer Exspirationskraft von nur 40—60 Mm., welche nach Verlauf von einigen Wochen eine Inspirationskraft von 120 — 160 Mm. und eine Exspirationskraft hatten, die der ersteren gleich kam oder sie noch übertraf.

5. Aus den vorstehenden Wirkungen ergiebt sich von selbst, dass unser Behandlungsverfahren einer exspiratorischen Dyspnoë direct und indirect entgegenarbeitet.

Zunächst wirkt es direct, wie wir bereits oben ausführten, gegen eine vorhandene Dyspnoë, indem es die Exspiration unterstützt, die Ausfuhr der kohlensäurehaltigen Luft fördert, mehr derselben mit jedem Athemzuge entzieht, als es ohne dies möglich ist, und dadurch Raum für die Zufuhr reiner atmosphärischer Luft schafft. Oft genug sah ich Emphysematiker, welche mit starker Dyspnoë an den Apparat traten, so dass sie anfangs nur mit Mühe das Verfahren ausüben konnten, allmälig mehr und mehr erleichtert werden und ohne jede Spur von Dyspnoë den Apparat

verlassen. In anderen Fällen gelingt dies freilich nicht, nämlich dann, wenn die Dyspnoë zu hochgradig ist, als dass die Kranken die Maske vor ihrem Gesichte ertragen und die künstliche Athmung in regelmässiger Weise überhaupt ausführen können.

Indirect, d. h. allmälig im Verlaufe der Behandlung, wirkt das Verfahren der Dyspnoë in nachhaltiger Weise entgegen. Einerseits reducirt sie, wie wir sahen, das Volumen der Lunge derart, dass sie in ihrer gewöhnlichen Respirationsstellung einen kleineren Raum einnimmt und zudem die Excursion zwischen gewöhnlicher In- und Exspiration — oder mit anderen Worten: das Quantum der Respirationsluft — sich wieder mehr der Norm annähert. Dadurch werden die Bedingungen zur Dyspnoë, auch während der Apparat nicht gebraucht wird, vermindert oder aufgehoben, und eine nachhaltige Wirkung gegen die Dyspnoë erzielt. Liegen andererseits noch Bedingungen vor, welche von neuem Dyspnoë erzeugen, also beispielsweise neu auftretende Anfälle von nervösem Asthma oder Steigerung einer vorhandenen Bronchitis, so ist die Lunge durch den längeren Gebrauch des pneumatischen Apparats in die Lage versetzt, diese Dyspnoë erzeugenden Einwirkungen besser und leichter zu ertragen. Die Steigerung der Inspirations- und Exspirationskraft erleichtert erstens die Thätigkeit der accessorischen Hülfsmuskeln, und zweitens sind die Lungen auf einen kleineren Raum reducirt, und es ist deshalb eine weitere Ausdehnung derselben zum Ausgleich der Dyspnoë ermöglicht. Oder mit anderen Worten: durch die Steigerung der vitalen Lungencapacität und der Athemkraft ist eine kräftigere Ventilation ermöglicht worden. Hiermit wird der hochgradigsten Form der Dyspnoë von vornherein vorgebeugt.

Wir werden im therapeutischen Theile sehen, dass sich dies bei den Emphysematikern in jeder Weise bestätigt.

2. Inspiration comprimirter Luft.

Die Wirkungen der Inspiration comprimirter Luft haben eine gewisse Analogie mit denen der Exspiration in verdünnte Luft.

Auch hier treten dieselben theils direct und sofort ein, theils stellen sie sich allmälig erst bei längerem Gebrauch heraus.

1. Athmet ein Gesunder nach vorhergegangener tiefster Exspiration comprimirte Luft ein, so nimmt er ein viel grösseres Luftquantum in seine Lungen auf, als das Maass seiner vitalen Lungencapacität beträgt. Das mehr eingeathmete Quantum Luft, welches die Differenz gegen die vitale Lungencapacität bildet, ist viel erheblicher, als das plus an Luft, welches der blossen Luftverdichtung entspricht.

Athmet beispielsweise eine Person mit einer vitalen Lungencapacität von 3600 Ccm. comprimirte Luft unter einem Ueberdruck von $^1/_{40}$ Atmosphäre ein, so würde die Luftverdichtung, wenn der die Luft aufnehmende Raum unverändert bliebe, nur einer Vermehrung von $^{3600}/_{40}$ = 90 Ccm. entsprechen. Anstatt dieser geringen Differenz erhalten wir jedoch eine solche von mehreren hundert, ja nicht selten selbst viel mehr als 1000 Ccm.

Je grösser die Luftcompression ist, um so erheblicher übertrifft das bei jedem Athemzuge inspirirte Luftquantum die vitale Lungencapacität. Selbstverständlich kann die Steigerung nur bis zu einem gewissen Grade stattfinden; sie erlangt ihre Grenze in den von den Lungen und der Brustwandung entgegentretenden Widerständen.

1. Als besonders eclatantes Beispiel führe ich wieder den schon früher erwähnten kräftigen, gesunden Mann im Alter von 33 Jahren an:

Die vitale Lungencapacität desselben beträgt . .	4000 Ccm.
Bei der Inspiration comprimirter Luft von $^1/_{60}$ Atmosphären-Ueberdruck, nach vorhergegangener tiefster Exspiration, athmet derselbe ein . . .	5800 -
Desgleichen bei $^1/_{40}$ Atmosphären-Ueberdruck . .	6150 -

2. Ich selbst mit einer vitalen Lungencapacität von 3000 Ccm. athmete bei einer Luftcompression um $^1/_{40}$ Atmosphärendruck bis zu 4680 Ccm. ein. Ich hatte dabei die Empfindung der äussersten Dehnung und Anspannung des Thorax.

Die gleichen Resultate erhält man, wenn man, anstatt eine tiefe Exspiration vorhergehen zu lassen, nach einer gewöhnlichen ruhigen Ausathmung die comprimirte Luft inspirirt. Die so erhaltenen Werthe sind natürlich kleiner, als die bei der ersten

Methode gewonnenen, und zwar entspricht die Differenz dem Volumen der Reserveluft, d. h. dem Luftquantum, welches neben der Residualluft bei gewöhnlicher Exspiration noch in den Lungen verbleibt. Vergleicht man jedoch die Zahlen, welche man beim Einathmen gewöhnlicher Atmosphärenluft nach ruhiger Exspiration erhält, mit den entsprechenden beim Inspiriren comprimirter Luft gewonnenen, so treten zwischen beiden ungefähr die gleichen Differenzen zu Gunsten des letzteren Verfahrens hervor, wie die in den ersten Versuchen gegen die vitale Lungencapacität beobachteten.

Beispiel.

Nach vorhergegangener gewöhnlicher ruhiger Exspiration wird aus der Atmosphäre bei tiefster Inspiration eingeathmet	2860 Ccm.
Desgleichen bei $^1/_{60}$ Atmosphäre Ueberdruck	4950 -
- - $^1/_{40}$ - -	5300 -
Die vitale Lungencapacität beträgt	4000 -
Hiernach beträgt die Reserveluft	1140 -

Vergleicht man hiernach diese Zahlen mit denen des obigen Versuchs an demselben Individuum, so sind freilich Differenzen vorhanden. Jedoch kann dieser Versuch, die Reserveluft auszuschliessen, niemals denjenigen Grad der Exactität beanspruchen, wie die erste Untersuchung, welche die gesammte vitale Lungencapacität zum Vergleichungsobject nimmt. Wie bekannt, bleibt weder die Ein- noch die Ausathmung, so bald man es direct intendirt, so vollständig ruhig, wie es sonst unabsichtlich geschieht, und hieraus erklären sich die Verschiedenheiten der Ergebnisse.

Bei der Athmung in gewöhnlicher Atmosphäre betrug die der Reserveluft zugehörige Differenz 4000 — 2860 =	1140 Ccm.
Bei der Athmung comprimirter Luft von $^1/_{60}$ Atmosphäre Ueberdruck beträgt die Differenz 5800 — 4950 = 850 Ccm., wovon noch $^1/_{60}$ als der Volumverdichtung zukommend, abzuziehen ist, bleibt ein Rest von	836 -
Bei der Athmung comprimirter Luft von $^1/_{40}$ Atmosphäre Ueberdruck betrug die Differenz 6150 — 5300 Ccm. = 850 Ccm. und abzüglich von $^1/_{40}$ Verdichtung .	829 -

Die Reserveluft im vorliegenden Fall schwankt demnach zwischen 830 und 1140 Ccm. Sicherlich hat die Versuchsperson im ersten Falle gegen ihren Willen tiefer ausgeathmet, als sie bei ruhigem Athmen gethan hätte, und deshalb gingen für die Reserveluft ca. 300 Ccm. verloren, die der Summe der Respirations- und Complementärluft zu Gute kamen.

Auch bei Versuchen an mir selbst überzeugte ich mich, wie ausser-

ordentlich schwierig es ist, eine ruhige Ein- und Ausathmung durch den Willen zu intendiren.

Die Differenzen sind trotzdem nicht erheblich genug, um im Grossen und Ganzen das Endergebniss zu stören.

Kranke, welche die comprimirte Luft einathmen, zeigen die gleichen Ergebnisse wie Gesunde. Das plus des mit jedem Athemzuge in die Lungen eingeführten Luftquantums ist jedoch bei Kranken, deren Lungen, Pleuren oder Brustwandungen erhebliche Widerstände der Ausdehnung entgegensetzen, weitaus geringer, als bei gesunden jugendlichen Personen mit gut dehnbarem Thorax. Welche Erkrankungen der Ausdehnung einen abnormen Widerstand entgegensetzen, haben wir oben in der Lehre von der Pneumatometrie kennen gelernt, es sind dieselben, welche die Inspirationskraft insufficient machen, namentlich Phthisis, Pleuritis, Stenosen der ersten Luftwege etc. Diese Krankheiten sind gerade, wie wir sehen werden, für die Inspirationen comprimirter Luft ganz besonders indicirt.

Wie vertheilt sich der Ueberschuss der eingeathmeten Luft in den Lungen?

Sobald die Inspiration in der Vollendung begriffen ist, entsteht nahezu ein Gleichgewicht der Luftverdichtung in den Lungen und im Apparat. (Manche Verhältnisse, besonders die höhere Temperatur in den Lungen, erzeugen kleine Differenzen, weshalb das Gleichgewicht kein vollkommenes sein kann.) Der Lungenraum, welcher der vitalen Capacität entspricht, zusammen mit demjenigen, welcher der Residualluft vorbehalten ist, wird demgemäss unter der Compression mehr Luft enthalten müssen, als gewöhnlich, und zwar entsprechend der erhöhten Luftdichtigkeit. Wie viel auf dieses Quantum kommt, lässt sich nur für denjenigen Theil berechnen, welcher der vitalen Capacität (Summe von Reserve-, Respirations- und Complementärluft) zugehört. Da die vitale Capacität im Durchschnitt 3000 — 4000 Ccm. und die in Anwendung kommende Luftverdichtung im Durchschnitt $^1/_{60}$ bis $^1/_{30}$ beträgt, so erhält man einen Coefficienten von nur ca. 50 bis 133 Ccm. — Wie viel dagegen auf die Verdichtung der Residualluft kommt, lässt sich deswegen nicht feststellen, weil die Quantität

der letzteren keine genau bestimmte ist. Legen wir die von den Physiologen angenommenen Zahlen zu Grunde, so werden wir für den Coefficienten der Verdichtung der Residualluft noch kleinere Zahlen erhalten, als auf die vitale Lungencapacität kommen. Aber selbst wenn wir, wie ich annehmen zu müssen glaube, die Residualluft viel voluminöser schätzen, bleibt der Coefficient für ihre Verdichtung immer noch klein genug, um nur einen Bruchtheil desjenigen Werthes zu bilden, den wir bei unseren Versuchen erhalten haben.

Zieht man nun den der Luftverdichtung zukommenden Factor von dem oben durch den Versuch gewonnenen Resultat ab, so bleiben immer noch mehrere hundert und oft mehr als 1000 Ccm. übrig, welche nur dadurch mehr eingeathmet sein können, weil sich der Raum für die Athemluft vergrössert hat. Mit anderen Worten:

> es folgt aus unseren Versuchen mit absoluter Nothwendigkeit, dass bei der Inspiration comprimirter Luft die Lungen und der Thorax sich weiter ausdehnen, als dies sonst bei tiefster Inspiration möglich ist.

Es wird demnach ein neuer Raum nach aussen von der Complementärluft für die Inspiration der comprimirten Luft geschaffen, oder, was dasselbe ist, während der Einathmung der verdichteten Luft wird der für die Complementärluft bestimmte Raum erweitert.

Auch hier bin ich im Stande, durch Brustmessungen den directen Nachweis der unter dem Einfluss der Einathmung comprimirter Luft statthabenden Brusterweiterung zu führen.

Derselbe Mann, welcher mir zu den gleichen Untersuchungen bei der Exspiration in verdünnte Luft diente, hatte bei forcirtester Exspiration auf der Höhe der Brustwarzen einen Brustumfang von 91 Ctm., bei tiefster Inspiration dagegen in maximo 98 Ctm. Liess ich denselben um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck comprimirte Luft inspiriren, so erweiterte sich der Brustumfang auf 100 Ctm., und erhöhte ich die Luftcompression auf $^1/_{40}$ Atmosphärendruck, so stieg der Brustumfang bei tiefer Inspiration auf 101,5 Ctm. Also selbst bei einer noch mässigen Compression wurde der Um-

fang der Brust, resp. der Lungen um 3,5 Ctm. mehr vergrössert, als es die äusserste Action der Inspirationsmuskeln hervorzubringen vermag.

Vergleichen wir in diesem Falle noch den Brustumfang bei Exspiration in verdünnte Luft, den wir bei $^1/_{24}$ Atmosphärendruck auf 88 Ctm. herabgehen sahen, so erhalten wir zwischen der gefundenen grössten Retraction und der grössten Erweiterung des Thorax eine Differenz von 13,5 Ctm. Diese hätte sich sicherlich noch vergrössern lassen, wenn ich noch stärkere Luftverdichtung und Verdünnung angewandt hätte.

Aus den erörterten Thatsachen resultirt ferner mit Nothwendigkeit:

dass während der Inspiration comprimirter Luft der Gasaustausch in den Lungen erheblich gesteigert sein muss.

Mit jedem Athemzuge nämlich wird weit mehr atmosphärische Luft, also auch Sauerstoffgas, den Lungen zugeführt, als dies sonst bei gewöhnlicher tiefster Inspiration möglich ist. Ausserdem wird die Diffusion zwischen der zugeführten Luft und der vorhandenen Residualluft noch dadurch gesteigert, dass auch der Druck in dem der Residualluft bestimmten Raum sich erhöht und auch in ihm die Luft sich verdichtet, was nur dadurch geschehen kann, dass frisch einströmende Luft sich innig mit der nach der Exspiration zurückgebliebenen mischt.

Die Inspiration comprimirter Luft erhöht demnach in demselben Maasse die Lungenventilation, wie wir dies von der Exspiration in verdünnte Luft kennen gelernt haben; aber während diese letztere dies dadurch thut, dass sie den Raum für die Residualluft und deren Spannung verkleinert, bewirkt dies die Inspiration comprimirter Luft in der Weise, dass sie mehr Raum für die Complementärluft schafft und eine kräftigere Vermischung der Lungenluft mit der frisch zuströmenden atmosphärischen Luft vermittelt.

Die subjectiven Empfindungen während des Einathmens comprimirter Luft entsprechen den objectiven Vorgängen. Man fühlt meist deutlich ein Einströmen von Luft in die Lungen und eine mehr oder weniger starke Dehnung des Thorax. Beobachtet man die entblösste Brust der Versuchsperson während des Ge-

brauchs der comprimirten Luft, so sieht man die ausgiebigste Erweiterung. Ist die Luftcompression relativ beträchtlich — für gesunde Personen $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ Atmosphärendruck und mehr, für Kranke oft schon viel geringere Werthe: $^1/_{60}$ bis $^1/_{50}$ Atmosphärendruck —, so kann das Gefühl der Ausdehnung einer *schmerzhaften Empfindung der Zerrung* Platz machen, besonders dann, wenn das Verfahren zu lange ausgeübt wird. Diese Empfindung kann noch Stunden lang nachher zurückbleiben. Ist dagegen die Luftcompression dem Individuum entsprechend, so ist die Empfindung beim Einathmen der comprimirten Luft eine angenehme und *wohlthuende*, und besonders ist sie dies bei dyspnoëtischen Individuen, sofern die Dyspnoë nicht zu erheblich ist, um das Verfahren überhaupt unmöglich zu machen. Der dyspnoëtische Kranke fühlt, dass ihm mehr Luft als gewöhnlich zugeführt, und dass sein *Lufthunger dadurch gemildert oder gänzlich gestillt wird*.

Oft genug sah ich Kranke mit so hochgradiger Dyspnoë, dass ich fast die Unausführbarkeit des Verfahrens fürchtete, an den Apparat treten, mit Mühe die ersten Athemzüge ausführen, später immer mehr erleichtert werden und zuletzt ohne jede Spur von Dyspnoë den Apparat verlassen.

2. Wird die Inspiration comprimirter Luft mehrere Wochen oder Monate lang in täglichen Sitzungen gebraucht, so führt die täglich vorübergehend ausgeführte Erweiterung der Lungen und des Brustkorbs allmälig zu einer bleibenden Erweiterung. Selbstverständlich konnte ich diese Untersuchungen nur an Kranken anstellen, bei welchen ich eine Ausdehnung des Thorax therapeutisch indicirt hielt, d. h. bei welchen der Brustkorb abnorm verengt, stellenweise abgeflacht oder retrahirt war. Bei *Phthisikern* mit abgeflachten, schwach functionirenden oberen Lungenlappen konnte ich mich wiederholentlich durch die Inspection überzeugen, dass die Abflachung im Verlaufe der Behandlung sich minderte oder wich. Hiermit standen die Ergebnisse der *Percussion*, welche eine verminderte Dämpfung nachwies, und der *Auscultation*, welche an Stelle eines leisen unbestimmten oder

bronchialen Athmens allmälig wieder vesiculäres Athmen zu constatiren vermochte, im vollsten Einklang.

Besonders eclatant trat aber die Ausdehnung des Thorax bei Kranken hervor, deren Brustkorb durch pleuritische Schwarten eingezogen und difform geworden war. Hier gelang es mir meist schon, innerhalb weniger Wochen eine Rückkehr der retrahirten Thoraxseite zur Norm und sogar mittelst der Brustmessung eine Zunahme des Thoraxumfangs selbst bis zu mehreren Centimetern zu constatiren. Auch hier gaben Percussion und Auscultation übereinstimmende Resultate: Der gedämpfte Percussionsschall machte einem sonoren Platz, das leise vesiculäre oder unbestimmte Athmungsgeräusch einem lauteren vesiculären. Die comprimirten Lungen haben sich somit unter dem Einfluss der verdichteten Luft wieder zu ihrem normalen Umfang entfaltet.

Ein Bedenken liegt jedoch nahe, nämlich: ob unter dem Einfluss der comprimirten Luft nicht auch eine krankhafte Ausdehnung der Lungen, oder mit anderen Worten ein Emphysem erzeugt werden könne. Dieses Bedenken ist sicherlich nicht ganz unbegründet und fordert uns dazu auf, bei der neuen Behandlungsmethode vorsichtig zu sein. Dieser Umstand gehört mit zu denjenigen Gründen, welche mich zu dem Rathe veranlassen: den Kranken den pneumatischen Apparat nur im Nothfalle und unter möglichster Beschränkung selbst in die Hand zu geben. Uebertreibungen im Gebrauche der comprimirten Luft können entschieden nach dieser oder anderer Richtung hin schädlich sein.

Ich selbst habe unter den mehreren hundert Kranken, welche ich mit comprimirter Luft behandelte, nur einzelne Fälle gesehen, in welchen nach längerem Gebrauch der Kur die Patienten über eine unangenehme Fülle in der Brust und dadurch bewirkte Luftbeklemmung zu klagen begannen. Hiermit in Uebereinstimmung fand sich dann, dass die vitale Lungencapacität, welche bis dahin stetig gestiegen war, abzunehmen begann, desgleichen die pneumatometrischen Werthe besonders für die Exspiration sich verminderten. Ein zeitweises Gebrauchen von Exspirationen in verdünnte Luft (bei möglichst geringfügiger Verdünnung) beseitigte gewöhnlich diese Beschwerden sofort. Meistens unterbrach

ich dann die Kur für einige Zeit, oder setzte den Grad der Luftcompression herab, oder liess zum öfteren dazwischen in verdünnte Luft exspiriren.

Die beschriebenen Fälle blieben mir indess immer nur vereinzelt, und ich glaube, dass man bei aufmerksamer Behandlung und bei richtiger Würdigung der Indicationen keinen Schaden zu befürchten hat. Man hüte sich vor Uebertreibungen, sowohl was den Grad der Luftcompression, wie die Dauer der einzelnen Sitzungen betrifft, und namentlich in denjenigen Fällen, in welchen die comprimirte Luft bei gesunden Lungen einzig und allein zur Einwirkung auf das Herz angewendet wird, lasse man die Kur nicht zu lange hinter einander gebrauchen.

3. Die vitale Lungencapacität wird bei täglichem Gebrauche der Inspirationen comprimirter Luft allmälig erhöht, und die Erhöhung kann sehr beträchtlich werden.

Diese Thatsache steht in vollkommenem Einklang mit den bereits mitgetheilten Ergebnissen. Wir sahen ja, dass nicht nur in jeder einzelnen Sitzung die Lungen sich weit über die Norm ausdehnen, sondern dass auch durch die cumulirende Wirkung dieser täglichen methodischen Ausdehnung die Lunge und der Brustkasten allmälig einen immer grösseren Raum einnehmen. Der vergrösserte Raum fasst ein grösseres Luftquantum, folglich muss die vitale Lungencapacität vermehrt werden [1]).

Die Vermehrung der vitalen Lungencapacität wird vornehmlich die Complementärluft betreffen, weil durch die Inspiration comprimirter Luft sich der Thorax über die tiefste Inspirationsstellung hinaus zu erweitern gewöhnt hat. Aber sicherlich muss auch der Raum für die Respirations- und für die Reserveluft erweitert sein. Wir sehen ja, dass unter dem Ge-

1) Im Verlaufe meiner Untersuchungen drang sich mir eigentlich der obige Schluss in umgekehrter Ordnung auf. Ich fand regelmässig bei längerem Gebrauch der Kur: Erhöhung der vitalen Lungencapacität. Folglich, so schloss ich mit Nothwendigkeit, muss der Raum für die Lungen vergrössert sein — da hier zur Annahme einer Verminderung der Residualluft kein Grund vorlag. Mein Schluss war vollkommen richtig, und die Brustmessung, Percussion und Auscultation bestätigten ihn.

brauche der comprimirten Luft der Thorax überhaupt allmälig sich ausdehnt, also auch bei ruhigem Athmen weiter erscheint, als zuvor. Es ist demnach die mittlere Stellung für die ruhige, nicht forcirte Inspiration weiter nach aussen gerückt, und dadurch der Raum zwischen ruhiger Inspiration und forcirter Exspiration, d. h. der Raum für Respirations- plus Reserveluft vergrössert worden. Es ist höchst wahrscheinlich, dass dieser Zuwachs an Raum beiden Luftquanten zu Gute kommt. Dass wenigstens die Respirationsluft in Wirklichkeit vermehrt wird, dass ersehen wir daraus, dass die früher dyspnoëtischen Kranken unter dem Gebrauch der comprimirten Luft auch in den Intervallen zwischen den einzelnen Sitzungen meist in ihrer Dyspnoë erleichtert werden oder dieselbe ganz verlieren.

Die Erhöhung, welche die vitale Lungencapacität durch die methodische Anwendung der Inspirationen comprimirter Luft erfahren kann, ist nicht minder beträchtlich, als dies unter dem Gebrauch der Exspiration in verdünnte Luft der Fall ist. Auch hier muss ich noch einmal betonen, dass bisher keine therapeutische Methode bekannt ist, welche auch nur annähernd so erhebliche Steigerungen innerhalb kurzer Zeit herbeizuführen vermag. Die in den pneumatischen Cabinetten und selbst im Höhenklima erzielten Steigerungen der vitalen Capacität bleiben weit hinter den Werthen zurück, welche ich oft im Verlaufe weniger Wochen durch den pneumatischen Apparat zu erreichen vermochte.

Steigerungen der Vitalcapacität um einige hundert Cubikcentimeter lassen sich oft auch in weniger günstig verlaufenden Fällen erzielen. In sehr erfolgreichen Fällen beobachtete ich dagegen oft Steigerung der Vitalcapacität um 1000 Ccm. und selbst mehr, und sah in Fällen, in welchen die Vitalcapacität um fast $\frac{1}{3}$ gegen die Schätzung ihrer Norm zurückgeblieben war, sie allmälig sogar zur normalen Grösse zurückkehren oder selbst diese übertreffen. Beispiele sind aus dem therapeutischen Theile zu ersehen.

Dass die Erhöhung der Vitalcapacität an der Ausdehnbarkeit des Thorax und der Lungen endlich ihre Grenzen findet, ist schon a priori anzunehmen und bewahrheitet sich auch in praxi. Dass

sogar auch die Vitalcapacität unter Umständen nach Erreichung eines gewissen Höhepunktes zuweilen wieder sinken kann — unabhängig von intercurrenten Exacerbationen oder Recidiven der Erkrankung — allein dadurch, dass die Lungen allzusehr ausgedehnt und sich bei der Exspiration nicht mehr genügend retrahiren, habe ich bereits oben besprochen und auf die Verhütung dieses Umstandes aufmerksam gemacht. Die nicht mehr erfolgende Steigerung der Vitalcapacität kann uns bei der Behandlung oft genug einen Fingerzeig geben, dass es Zeit ist, die Kur zu unterbrechen.

Andererseits giebt es wieder Kranke, bei denen der Thorax so starr (namentlich bei Greisen) oder bereits so ausgedehnt ist (hochgradigste Form des Emphysems), dass eine mechanische Erweiterung desselben nicht mehr möglich ist, also auch die vitale Capacität sich unter dem Gebrauche der comprimirten Luft wenig oder gar nicht mehr zu heben vermag. Hier ist die letztere aber nicht mehr indicirt. Dasselbe gilt von Kranken, die zu schwach und angegriffen oder zu dyspnoëtisch sind, um überhaupt noch die comprimirte Luft kunstgerecht einathmen zu können.

Am bedeutendsten in relativ kürzester Zeit fand ich die Steigerung der vitalen Lungencapacität bei nach Pleuritis zurückgebliebener Thorax-Einziehung in Folge von Schwarten, oft auch bei Phthisikern, deren Lungenaffection noch nicht ausgebreitet und erst im Entstehen war. Die allerbeträchtlichsten Werthe erhielt ich freilich bei Personen, die an Emphysem mit Bronchitis litten; aber bei diesen hatte ich ausser den Inspirationen comprimirter Luft daneben auch Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen lassen.

4. Die pneumatometrischen Werthe, vornehmlich die Einathmungskraft, werden unter dem Gebrauche der comprimirten Luft allmälig erhöht.

Am Pneumatometer macht sich die Wirkung der comprimirten Luft gewöhnlich am ersten und nachhaltigsten bemerkbar. Die Steigerung nimmt gradatim zu und erreicht endlich einen Höhepunkt, der dann nicht mehr überschritten wird. Kranke, deren Inspirationskraft weit unter der Norm sich befand, erhalten allmälig

eine solche, die sich der Norm nähert oder dieselbe sogar übertrifft. Oft genug sah ich die Inspirationskraft innerhalb weniger Wochen von 50 — 60 Mm. auf 100 — 120 Mm. und selbst mehr steigen, in anderen Fällen eine auf 10 — 20 Mm. gesunkene bis zu 50—70 Mm. sich erheben.

Die Exspirationskraft steigt zwar nicht in demselben Grade wie die Inspirationskraft, aber fast regelmässig doch so weit mindestens, dass sie nicht hinter der letzteren zurückbleibt. Tritt dennoch ein solches Zurückbleiben, zumal wenn es erheblich ist, im Verlaufe der Behandlung ein, so mahnt uns dies, die Kur entweder zu modificiren oder zu unterbrechen, indem dies uns eine verminderte Retraction der Lungen anzeigt. Es sind dies jene Fälle von zu forcirter Ausdehnung der Lungen, deren ich oben bereits wiederholentlich Erwähnung gethan.

Um die obigen Beispiele zu vervollständigen — auch hier verweise ich auf die später folgende Gasuistik —, so würde ein Phthisiker oder Pleuritiker mit 50 — 60 Mm. Inspirationskraft eine Exspiration von etwa 90 — 100 Mm. darbieten. Während nun unter dem Gebrauche der comprimirten Luft die Inspirationskraft auf 100 — 120 Mm. steigt, hebt sich die Exspirationskraft nur auf ca. 110—130 Mm. Letztere stieg demnach weniger als erstere, blieb aber immer noch dieser an absolutem Werthe, der Norm entsprechend, voraus.

In dem anderen mehr vorgeschrittenen Falle, in welchem die Inspirationkraft beim Beginn der Behandlung 10—20 Mm. betrug, war die Exspiration etwa 40—50 Mm.; erstere stieg im Verlaufe der Behandlung auf 50—70 Mm., letztere nur auf 70—80 Mm.

In einem anderen concreten Beispiel betrug die Inspirationskraft eines Phthisikers 60 Mm., die Exspiration 90 Mm. Schon im Verlauf von 6 Tagen stieg erstere auf 110 Mm., letztere gleichfalls auf 110 Mm., während die vitale Lungencapacität von 2700 auf 2900 Ccm. stieg. — Hier war also die Steigerung der Exspirationskraft so weit hinter der der Inspirationskraft zurückgeblieben, dass beide zuletzt den gleichen Werth hatten.

Ein ferneres ähnliches Beispiel, eine 25jährige Phthisica betreffend, ist folgendes:

Inspirationskraft 15 Mm.
Exspirationskraft 30 -
Vitale Lungencapacität 1200 Ccm.

Nach 15 Tagen:

Inspirationskraft 30 Mm.
Exspirationskraft 44 -
Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.

Während diese letzten Werthe vor dem Gebrauche der comprimirten Luft an dem betreffenden Tage erzielt wurden, gab die Kranke nach dem Gebrauche folgende Werthe:

Inspirationskraft 45 Mm.
Exspirationskraft 52 -
Vitale Capacität 2600 Ccm.

Es ist schon a priori wahrscheinlich, dass die Steigerung der pneumatometrischen Werthe sowohl wie der Vitalcapacität mit dem jedesmaligen Gebrauch ein wenig steigt, und dass das Gesammtergebniss sich aus der Summe der kleinen täglichen Steigerungen zusammensetzt. In dem obigen letzten Beispiel sehen wir die Wirkung einer einzigen Sitzung in eclatantester Weise hervortreten. Indess gehören solche Fälle zu den seltenen, in denen man mit Exactität die Steigerung unmittelbar nach dem Gebrauche der comprimirten Luft nachweisen kann, namentlich derartige Fälle, in welchen die Differenz so erheblich ist. Meist macht die geringe Anstrengung oder Abspannung unmittelbar nach dem Gebrauche des Heilverfahrens eine exacte Prüfung unmöglich oder trübt das Resultat.

Die Steigerung der pneumatometrischen Werthe durch die fortgesetzten Inspirationen comprimirter Luft findet leicht ihre Erklärung. In dem Maasse, wie der Thorax sich ausdehnt, werden die Widerstände für tiefe Inspirationen vermindert, die Brustwand kann mit mehr Leichtigkeit grössere Excursionen machen und demnach haben die Inspirationsmuskeln einen ergiebigeren Angriffspunkt. Aus der Verminderung der Inspirationswiderstände folgt unmittelbar die Vergrösserung der Inspirationskraft[1]).

Liegen die Widerstände in pathologischen Producten, z. B. in pleuritischen Schwarten oder chronischen Verdichtungen des Lungenparenchyms, so beweist eine Erhöhung der Inspirationskraft zugleich eine Verminderung dieser pathologischen Widerstände. Andererseits ist zu beachten, dass sicherlich auch die gymnastische Uebung, welche mit den täglichen Inspirationen der comprimirten Luft verbunden ist, die Musculatur stärkt und dadurch erhöhend auf die Athmungskraft wirkt. Ist ausserdem der Krank-

1) Vergl. oben S. 53 ff.

heitsprocess im Schwinden, so wird auch schon daraus eine Erhöhung der Muskelkraft mit resultiren.

Nur in dem angegebenen Sinne möchte ich die Ansicht gelten lassen, dass die pneumatometrischen Werthe auch durch die Uebung, unabhängig von der Wirkung der comprimirten Luft, sich erhöhen. Ich hatte bereits Gelegenheit zu betonen, dass ich durch andere Behandlungsmethoden, auch nicht durch Inhalationen, welche ja auch mit gymnastischer Uebung einhergehen, eine wesentliche Steigerung der Athmungskraft habe erzielen können. Die Uebung kann demnach auch bei unserer neuen Methode nur den Einfluss haben, dass die Musculatur dadurch allmälig gestärkt wird, was ja sicherlich auch für den Heilerfolg nicht gleichgültig ist.

Die Exspirationskraft ihrerseits nimmt zu, weil durch die grössere Ausdehnung des Thorax die mittlere Inspirationsstellung desselben mehr nach aussen gerückt ist, also für die forcirte Ausathmung eine grössere Excursion und somit eine grössere Kraftentfaltung möglich ist. Der Elasticitätscoefficient ist gegen früher vergrössert, weil die Lunge mehr über ihren Collaps-Zustand ausgedehnt ist; folglich ist die Exspirationskraft, bei welcher ja die Elasticität einen positiven Factor bildet, verstärkt.

5. Die Inspirationen comprimirter Luft wirken nicht nur unmittelbar und sofort, sondern auch nachhaltig den Bedingungen zur Dyspnoë entgegen.

Dass eine vorhandene Dyspnoë während der Inspiration comprimirter Luft durch die dabei stattfindende Steigerung des Lungengaswechsels direct bekämpft wird, ist bereits oben sub 1. aus einander gesetzt worden.

Es erübrigt nur noch zu zeigen, dass diese antidyspnoëtische Wirkung nothwendig auch die Zeit des Gebrauchs der comprimirten Luft überdauren und bis zu einer gewissen Grenze nachhaltig sein muss.

Dyspnoë entsteht, sobald der Raum zwischen der ruhigen Exspirations- und der ruhigen Inspirationsstellung, also der Raum für die Respirationsluft im engeren Sinne, nicht mehr ausreicht, um einen für die Sauerstoffzufuhr und Kohlensäureabfuhr genügen-

den Gaswechsel zu ermöglichen. Dies geschieht beispielsweise bei Verengerung der kleinsten Bronchien durch Catarrhe, bei Verdichtungsprocessen in den Lungen etc. Um den durch diese pathologischen Bedingungen bewirkten Ausfall zu decken, nimmt der Kranke dauernd oder zeitweise mehr oder weniger von seinen accessorischen Hülfsmuskeln in Anspruch und bewirkt dadurch einen ergiebigeren Gaswechsel, als ihm die Respirationsluft bei ruhiger Athmung zu liefern vermag.

Durch den methodischen Gebrauch der Inspirationen comprimirter Luft sahen wir die Lungen sich ausdehnen und die mittlere Inspirationsstellung weiter nach aussen rücken; wir sahen, dass hierdurch der Raum für die Respirationsluft allmälig vergrössert wird. Mit der Vergrösserung des Respirationsluftraums wird aber die unmittelbare Bedingung der Dyspnoë beseitigt oder wenigstens beschränkt. Hieraus erklärt sich ohne weiteres, dass auch nach Aufhören der pneumatischen Behandlung die antidyspnoëtische Wirkung fortdauern muss.

Die antidyspnoëtische Wirkung wird so lange andauern, bis durch ein Recidiv oder eine Exacerbation der ursprünglichen Erkrankung oder durch eine neue den Lungengaswechsel störende Affection der geschaffene vergrösserte Respirationsraum gleichfalls nicht mehr ausreicht. Hier werden zwar wieder zur Ausgleichung des Verlustes accessorische Inspirationsmuskeln zur tieferen Athmung in Bewegung gesetzt werden müssen. Aber da einerseits der Raum für die Complementärluft durch den Gebrauch der comprimirten Luft, wie wir sahen, beträchtlich erweitert, andererseits die Inspirationskraft, wie das Pneumatometer zeigt, erhöht ist, so wird der Ausgleich des Verlustes ohne wesentliche Anstrengungen von statten gehen können, und es wird nicht mehr zu jener hochgradigen subjectiven wie objectiven Dyspnoë kommen, welcher der Kranke ohne Vergrösserung seiner Vitalcapacität und ohne Kräftigung seiner Athemkraft ausgesetzt gewesen wäre.

Der Gebrauch der comprimirten Luft wirkt in mancher Beziehung ähnlich wie die compensatorische Thätigkeit der Natur. Bei Kranken mit chronischer Bronchitis oder mit Asthma nervosum bewirkt die Natur allmälig eine Ausdehnung des Thorax

und Kräftigung der Inspirationsmuskeln durch Hypertrophie derselben. Auch hier wird der Raum für die Respirations- und Complementärluft zu erweitern gesucht. Aber die Natur bewirkt dies nur allmälig und immer nur entsprechend dem jeweiligen Bedürfniss der gerade vorhandenen Dyspnoë und kommt dann schliesslich zu derjenigen Grenze, bei welcher die Lungen ad extremum ausgedehnt sind und eine noch weitere Vergrösserung des Complementärluftraums nicht mehr geschaffen werden kann. Die Natur wirkt nicht prophylaktisch. Ausserdem geht bei der langdauernden anhaltenden Vergrösserung der Lungen, wie sie die Natur bewirkt, ein Theil der Lungenelasticität verloren, und hiermit werden die Bedingungen zur Dyspnoë vermehrt.

Die künstliche Athmung am pneumatischen Apparat wirkt dagegen weit besser compensirend als die Natur, indem sie nicht nur dem jeweiligen Bedürfniss entsprechend, sondern auch prophylaktisch darüber hinaus Athemraum und Athemkraft zu erweitern und ausserdem noch — durch Exspirationen in verdünnte Luft — einem Verluste an Lungenelasticität entgegenzuwirken vermag.

3. Inspiration verdünnter Luft.

1. Athmet ein Gesunder oder Kranker verdünnte Luft ein, so ist das Luftquantum, welches er bei jedem Athemzuge in seine Lungen einzieht, kleiner als die vitale Lungencapacität.

Die Verminderung ist unverhältnissmässig beträchtlicher, als das Quantum, um welches die Luft verdünnt ist, beträgt.

Je stärker die Luftverdünnung, um so geringer ist das eingeathmete Luftquantum.

Steigert man die Luftverdünnung, so gelangen wir an eine Grenze, bei welcher der Kranke überhaupt nicht mehr einzuathmen vermag. Diese Grenze wird ungefähr seiner am Pneumatometer messbaren Inspirationskraft entsprechen; jedoch haben wir dann nicht den Maximalwerth der forcirten Inspiration, sondern mehr denjenigen zu berücksichtigen, bei welchem es noch gelingt, das Quecksilber einige Secunden auf der Höhe zu erhalten.

Wird die Grenze der Luftverdünnung, welche die Inspirationskraft überhaupt noch zu überwinden vermag, überschritten, so muss der Thorax in gezwungener Exspirationsstellung verharren, und es entsteht Apnoë.

Als Beispiel gebe ich das Ergebniss an derselben Versuchsperson, die auch zu den früheren Experimenten benutzt wurde. Um die Verhältnisse besser zu illustriren, reproducire ich hier von neuem gleichzeitig die bei Einathmung comprimirter Luft gewonnenen Resultate:

Sehr kräftiger gesunder Mann von 33 Jahren.

Vitale Lungencapacität 4000 Ccm.
Inspirationskraft 150 Mm.
Exspirationskraft 180 -

Das bei jedem Athemzuge inspirirte Luftquantum beträgt bei

Inspiration comprimirter Luft von $+\,^{1}/_{40}$ [1]) Atm. Ueberdruck	6150 Ccm.
- - - - $+\,^{1}/_{60}$ Atm. Ueberdruck .	5800 -
- gewöhnlicher atmosph. Luft bei normalem Druck	4000 -
- verdünnter Luft von $-\,^{1}/_{120}$ Atm. Unterdruck .	2280 -
- - - - $-\,^{1}/_{60}$ - - .	2000 -

Ich selbst, mit 3000 Ccm. vitaler Lungencapacität und wenig kräftiger Musculatur, athmete mit der Empfindung äusserster Anstrengung:

bei einer Luftverdünnung von $^{1}/_{240}$ Atmosphärendruck ca.	1700 Ccm. ein,
- - - - $^{1}/_{120}$ - -	1150 - -

während ich bei Inspiration comprimirter Luft von $^{1}/_{40}$ Atmosphären-Ueberdruck 4680 Ccm. einathmete.

Die Erklärung der vorliegenden Thatsache ist ausserordentlich einfach.

Bei Einathmung der verdünnten Luft hat die betreffende Person den Widerstand der Luftverdünnung zu überwinden. Würde er nicht seine Inspirationsmuskeln in Bewegung setzen, so würde der Cylinder des Apparats, von aussen Luft ansaugend, in die Höhe steigen. Dieses Hochsteigen des Cylinders nicht nur hat die Inspirationskraft zu vereiteln, sondern sie muss umgekehrt noch demselben Luft entziehen und ihn dadurch zum Sinken bringen. Mit der Ueberwindung dieser Widerstände geht ein Theil

---

1) Die Zeichen — und + beziehen sich auf die Einheit 1 = gewöhnlichem Atmosphärendruck. Sie sind der Uebersichtlichkeit halber gewählt. Correcter wäre es beispielsweise anstatt $-\,^{1}/_{40}$ Luftverdünnung: $^{39}/_{40}$ Atmosphärendruck, statt $+\,^{1}/_{10}$ Luftcompression $^{11}/_{10}$ Atmosphärendruck zu setzen.

der Muskelkraft verloren, und der Rest derselben vermag nicht mehr, den Brustraum bis zu seiner äussersten Inspirationsstellung auszudehnen.

Man kann sich auch den Vorgang in folgender Weise klar machen: Dadurch dass verdünnte Luft inspirirt wird, wird auch die Luft im Thorax mehr als normal verdünnt, und dadurch die Druckdifferenz gegen die äussere Atmosphäre vermehrt. Diese letztere lastet mit einem Gewichte, welches sich aus der Druckdifferenz und der Thoraxoberfläche berechnen lässt, auf der Oberfläche des Brustkastens und bildet einen Widerstand für die Inspirationsmusculatur, den dieselbe mit einem Theile ihrer Kraft auszugleichen versucht. Erreicht die Druckdifferenz eine solche Höhe, dass ihr Widerstand der vollen Kraft der Inspirationsmuskeln gleichkommt oder sie übertrifft, so vermag die Musculatur den Thorax überhaupt nicht mehr auszudehnen, und das eingeathmete Luftquantum ist gleich Null; oder an Stelle der intendirten Einathmung tritt durch mechanischen Zwang eine unbeabsichtigte Exspiration, das Quantum sinkt also unter Null, oder wird negativ.

Die Wirkung der Luftverdünnung lässt sich sehr gut am Thorax studiren. Lässt man jemand mit entblösstem Thorax verdünnte Luft einathmen, so beobachtet man — sobald die Luftverdünnung genügend gross ist — das gleiche Phänomen, wie es bei Croup oder bei sonstiger hochgradiger Stenose des Larynx und der Trachea erfahrungsgemäss eintritt, nämlich ein Eingezogenwerden des unteren vorderen Abschnitts des Brustkorbs bei jeder Inspiration.

Die Differenz des äusseren Luftdrucks gegen den inneren wird nämlich an denjenigen Stellen ihr Uebergewicht ganz besonders geltend machen, wo die Wandung weniger starr, mehr membranös und deshalb leichter eindrückbar ist, und wo andererseits nicht der Zug einer kräftigen Musculatur unmittelbar entgegenwirkt. Diese Bedingungen sind in der Gegend des Processus xiphoideus und der unteren freien Rippen am meisten ausgesprochen, während der übrige Thorax durch sein festes Knochengerüst weniger leicht nachgiebt. An der bezeichneten Stelle wird dem-

nach der äussere Luftdruck sein Uebergewicht am besten auszuüben vermögen; das Zwerchfell allein ist demselben entgegenzuwirken nicht gewachsen, zumal es auch durch die in Folge der gleichfalls eingetretenen Druckdifferenz zwischen Thorax und Abdomen einen erhöhten Widerstand findet und nach oben gedrängt wird.

Wie in der Zwerchfellgegend wird auch in den Fossae supraclaviculares und im Jugulum während des Einathmens verdünnter Luft aus den gleichen Gründen ein Einsinken beobachtet.

Die Thatsachen, welche ich eben beschrieben, sind — das möchte ich noch bemerken — ein directer Beweis dafür, dass das gleiche Phänomen, wenn es bei Croup beobachtet wird, in der That der gleichen Ursache, nämlich der Luftverdünnung im Thorax, entstammt. Dies entspricht zwar der bisherigen allgemeinen — wenn auch nicht überall genügend durchdachten — Annahme, ist aber bisher noch nicht so direct erwiesen worden, wie durch meine genannten Versuche.

Die subjective Empfindung beim Einathmen verdünnter Luft entspricht dem objectiven Ergebniss. Der Kranke fühlt eine mit der Grösse der Verdünnung wachsende Anstrengung während des Athmens, er empfindet, dass er dabei seinen Lungen weniger Luft zuführt, als seinem Aufwand an Muskelkraft entspricht.

Aus dem Voranstehenden folgt, dass während der Einathmung verdünnter Luft die Lungenventilation vermindert ist. Hieraus ergiebt sich von selbst, dass eine bestehende Dyspnoë von vornherein die Inspiration verdünnter Luft ausschliesst, ferner dass man auch bei nicht dyspnoëtischen Personen nur einen geringen Grad der Luftverdünnung therapeutisch anwenden und nur allmälig damit steigern darf.

2. Dadurch, dass den Inspirationsmuskeln erhöhte Widerstände entgegengesetzt werden, üben sich dieselben bei methodischer Anwendung des Verfahrens, die Widerstände mehr und mehr zu überwinden. Die Inspirationsmuskeln gewinnen an Kraft.

In zahlreichen Fällen machte ich die Erfahrung, dass Kranke,

welche beim ersten Versuche eine Luftverdünnung von $^1/_{240}$ Atmosphärendruck nur mit Mühe überwanden und hierbei den Cylinder kaum um 1—1½ Ctm. zum Sinken brachten (Luftquantum = ca. 570—850 Ccm.), täglich mehr und mehr Kraft gewannen, immer stärkere Luftverdünnung zu überwinden und dabei immer grössere Luftquantitäten dem Cylinder zu entziehen vermochten. Solche Personen, welche früher bei $^1/_{240}$ Atmosphären-Verdünnung den Cylinder nur um 1 — 1½ Ctm. zum Sinken brachten, konnten nach 1—4 Wochen bei dieser Verdünnung bequem den drei- bis vierfachen Werth erzielen und ein Luftquantum entleeren, welches von ihrer vitalen Capacität nicht mehr weit entfernt war. Dieselben Personen konnten allmälig eine Luftverdünnung von $^1/_{120}$ bis $^1/_{80}$ Atmosphäre und selbst mehr überwinden und konnten trotz dieser grossen Luftverdünnung 1000—2000 Ccm. Luft und selbst mehr mit jeder Inspiration dem Apparat entziehen.

Wir haben somit in der Inspiration verdünnter Luft das vorzüglichste Verfahren zur methodischen Gymnastik der Inspirationsmuskeln, ein Verfahren, mit dem sicherlich kein anderes, auf dasselbe Ziel hinwirkend, sich zu messen vermag.

Therapeutisch lasse ich gewöhnlich, wo ich auf die Respirationsorgane wirken will, gleichzeitig mit den Inspirationen verdünnter Luft auch Inspirationen comprimirter Luft verbinden. Letztere compensirt durch Steigerung des Gaswechsels den durch erstere gesetzten Verlust. Ausserdem giebt sie durch Erweiterung des Thorax den Inspirationsmuskeln bessere Angriffspunkte und unterstützt somit die durch die verdünnte Luft bewirkte Brustgymnastik.

Es ist a priori ersichtlich, dass die Inspirationskraft sich auch beim Messen am Pneumatometer als erhöht herausstellen muss. Es fehlen mir indess hierüber reine Beobachtungen, weil ich bisher niemals die Inspirationen verdünnter Luft für sich allein ohne gleichzeitige intercurrente Inspirationen comprimirter Luft therapeutisch angewendet habe. Bei der Combination beider Verfahren jedoch erzielte ich so hohe pneumatometrische Werthe und in so kurzer Zeit, dass sicherlich ein Theil der Erhöhung auf Rechnung der verdünnten Luft zu setzen ist.

3. Ob die vitale Lungencapacität durch die Inspiration verdünnter Luft gesteigert wird, darüber fehlen mir gleichfalls aus dem gleichen, letztgenannten Grunde reine Beobachtungen.

Der Theorie nach lässt sich Folgendes erwarten: In dem Maasse, als durch die Lungengymnastik die Inspirationsmuskeln mehr Kraft erhalten, müssen sie auch bei tiefster Inspiration den Thorax mehr ausdehnen können; der Raum für die Complementärluft wird somit erweitert, und dadurch muss die vitale Lungencapacität steigen. Der Grad der Capacität-Steigerung wird aber weit entfernt bleiben von demjenigen, welcher bei der Inspiration comprimirter Luft beobachtet wird, indem das bei dieser letzteren wirkende und oben genau erörterte Moment der mechanischen Brusterweiterung fortfällt. Die vitale Lungencapacität wird bei Einathmungen verdünnter Luft ungefähr in dem Maasse eine Steigerung erfahren, wie dieselbe bei sonstiger Brustgymnastik oder beim Aufenthalt im Höhenklima bewirkt wird.

4. Exspiration in comprimirte Luft.

1. Bei der Exspiration in comprimirte Luft ist das Volumen der ausgeathmeten Luft kleiner als die vitale Lungencapacität, und zwar hinwiederum um eine viel beträchtlichere Differenz, als um welche die Luft verdichtet ist.

In je höherem Grade die Luft, in welche exspirirt wird, comprimirt ist, um so kleiner wird das Maass der exspirirten Luft, bis schliesslich bei einem gewissen Grade der Luftcompression — der in naher Beziehung zur pneumatometrisch zu messenden Exspirationskraft steht — diejenige Grenze eintritt, bei welcher überhaupt nicht mehr ausgeathmet werden kann, also das Volumen gleich Null wird. Wird diese Grenze überschritten, so wird gegen die Absicht der betreffenden Versuchsperson aus der Exspiration eine Inspiration, und wird das Verfahren nicht sofort unterbrochen, so entsteht Apnoë in gezwungener Inspirationsstellung.

Als Beispiel dient mir dieselbe Versuchsperson. Auch hier füge ich

zur Vergleichung die bei der Exspiration in verdünnte Luft gewonnenen Zahlen bei.

Kräftiger gesunder Mann mit 4000 Ccm. vitaler Lungencapacität. Das ausgeathmete Luftquantum, mit Einschluss des auf die Compression kommenden Ueberschusses, beträgt nach vorher gegangener tiefer Inspiration:

Bei Exspiration	
in um — $1/30$ [1]) Atmosphärendruck verdünnte Luft . .	5250 Ccm.
- - — $1/60$ - - - . .	4800 -
- Luft von gewöhnlichem (± 0) Atmosphärendruck . .	4000 -
- um + $1/120$ Atmosphärendruck comprimirte Luft .	3460 -
- - + $1/80$ - - - .	3190 -
- - + $1/60$ - - - .	3000 -
- - + $1/48$ - - - .	2150 -
- - + $1/40$ - - - .	1025 -

Ich selbst mit einer Vitalcapacität von 3000 Ccm. exspirirte

bei einer Luftverdünnung von — $1/30$ Atmosphärendruck .	5500 Ccm.
- - - - — $1/40$ - .	5000 -
- - - - — $1/60$ - .	3900 -
- gewöhnlichem Luftdruck (± 0 Ueberdruck)	3000 -
- einer Luftverdichtung von + $1/240$ Atmosphärendruck .	2290 -
- - - - + $1/120$ - .	1730 -

Bei der Ausathmung in comprimirte Luft von $1/120$ Atmosphären-Ueberdruck hatte ich die Empfindung äusserster Anstrengung in der Brust.

Die Verminderung des ausgeathmeten Luftvolumens erklärt sich einfach aus dem Widerstande, welchen die comprimirte Luft der Exspirationskraft entgegensetzt. Der zur Ueberwindung des Widerstandes nothwendige Kraftaufwand geht für die eigentliche Exspirationsthätigkeit verloren; diese vermindert sich also im Verhältniss zu den zu überwindenden Widerständen, d. h. zur Höhe der Luftcompression. Wird diese endlich so gross, dass ihr Widerstand der Exspirationskraft gleichkommt oder sie übertrifft, so sinkt die Exspirationsthätigkeit auf Null oder unter Null (gezwungene Inspiration) herab, und das Ausathmen wird überhaupt unmöglich.

Die Differenz, um welche bei der Exspiration in comprimirte Luft das ausgeathmete Luftquantum gegen die vitale Lungencapacität zurückbleibt, kommt zunächst auf Kosten der Reserveluft. Wird die Compression gesteigert, so vermag sich der Thorax und die Lunge auch nicht mehr bis zur gewöhnlichen Exspirations-

---

1) Vergl. die Anmerkung auf S. 215.

stellung zusammenzuziehen, und es bleibt noch ein Theil der Respirationsluft in den Lungen zurück. Endlich bei noch grösserer Steigerung der Compression vermag der Thorax sich nicht einmal mehr bis zur gewöhnlichen Inspirationsstellung zu retrahiren, sondern bleibt in einem Raum, welcher seiner sonstigen forcirten Inspirationsstellung entspricht, und in den Lungen bleibt ausser der Residualluft noch die Reserveluft, die Respirationsluft und selbst ein Theil der Complementärluft zurück.

Es ist ersichtlich, dass durch diesen Vorgang der Lungengaswechsel aufs äusserste gehemmt wird. Nicht nur, dass die Lunge sich ihrer Exspirationsluft nicht zu entlasten vermag, wird ausserdem noch die in ihr enthaltene Luft in eine erhöhte Compression — nämlich die der benutzten Luftverdichtung, mit der sie in Druckgleichgewicht tritt — versetzt und in ihrer Expansion behindert. Es erfolgt demnach ein starker Eingriff in den Mechanismus der Respiration, und aus diesem Grunde habe ich die in Rede stehende Methode der Exspiration in comprimirte Luft bisher niemals therapeutisch verwendet.

Dyspnoëtische oder zur Dyspnoë disponirende Individuen wären überhaupt diese Methode auszuführen unfähig. Wollte man sie dennoch versuchen, so müsste man mit sehr geringer Luftverdichtung beginnen und nur langsam dieselbe steigern.

Obgleich ich keine praktischen Erfahrungen über diese Frage gesammelt habe, so glaube ich, lassen sich doch theoretisch gewisse Gesichtspunkte feststellen und manche Wirkungen erwarten.

2. Es ist kaum zweifelhaft, dass das Verfahren, mit Vorsicht methodisch angewandt, die Exspirationsmusculatur zu kräftigen im Stande ist. Demgemäss wird höchst wahrscheinlich die Exspirationskraft am Pneumatometer sich vermehrt zeigen, wenn nicht das folgende Moment in gleichem Maasse reducirend wirkt.

Ob nämlich die Lungenelasticit durch die ihr entgegengesetzten mechanischen Hindernisse bei der Exspiration nicht noch mehr beeinträchtigt werde, ist sicherlich der Erwägung werth. Höchst wahrscheinlich mindestens wird dies für diejenigen Fälle, welche bereits einer verminderten Lungenelasticität verdächtig

sind, seine Geltung haben. Ob in anderen Fällen gerade umgekehrt, ähnlich wie beim Muskel, durch erhöhte Widerstände die Elasticität gesteigert werden kann, erscheint mindestens zweifelhaft.

Sollten Andere in dieser Richtung therapeutische Versuche anzustellen gesonnen sein, so würde ich wenigstens die allergrösste Vorsicht empfehlen müssen.

3. Auch über den Einfluss auf die vitale Lungencapacität stehen mir selbstverständlich keine praktischen Erfahrungen zu Gebote. Sollte die Exspirationskraft gesteigert werden können, ohne dass die Lungenelasticität leidet, so könnte durch das Verfahren die Vitalcapacität in so fern vermehrt werden, als die gekräftigten Exspirationsmuskeln mehr Luft als früher aus den Lungen herauspressen, ihnen also einen Theil der Residualluft entziehen lernten.

Wird dagegen die Lungenelasticität durch das Verfahren beeinträchtigt, so kann sogar eine Verminderung der Vitalcapacität trotz gestärkter Exspirationsmuskeln sich einstellen.

In jedem Falle wird bei Anwendung des Verfahrens niemals eine Verkleinerung des Lungenvolumens für die gewöhnliche Respirationsstellung eintreten können; vielmehr lässt sich eine Vergrösserung desselben erwarten.

Da die Vergrösserung aber hauptsächlich, wie mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, die gewöhnliche Exspirationsstellung betreffen wird, so kann, wenn nicht gleichzeitig auch die gewöhnliche Inspirationsstellung (z. B. durch gleichzeitige Inspiration comprimirter Luft) nach aussen rückt und erweitert wird, der Raum für die Respirationsluft allmälig zu klein werden und dadurch nachhaltige Dyspnoë hervorgerufen werden können.

Dies ist ein neues Moment, welches sehr zur Vorsicht mahnt.

Mechanische Wirkung auf das Gehörorgan.

Im Anschluss an das Vorhergehende will ich nur mit wenigen Worten der Vollständigkeit halber die Wirkungen erwähnen, welche die verschiedenen Anwendungsmethoden des pneumatischen Apparats auf das Gehörorgan ausüben.

Bei der Inspiration comprimirter Luft tritt, falls die Tuba Eustachii offen ist, so viel Luft zu der schon vorhandenen in dieselbe ein, dass der Luftdruck in derselben dem der zur Anwendung gekommenen Luftcompression entspricht. Es entsteht demnach eine Luftdruck-Differenz zwischen äusserem Gehörgang und Paukenhöhle und das Trommelfell wird nach aussen gewölbt.

Das Gleiche — nur noch in höherem Grade, weil hier der forcirte Exspirationsdruck hinzukommt — tritt ein bei Exspiration in comprimirte Luft. Ist in diesem Falle die Luftcompression erheblich, so ist der Effect gleich dem beim Valsalva'schen Versuch.

Die subjective Empfindung entspricht im allgemeinen diesem Vorgang. Ich muss jedoch bemerken, dass dieselbe bei den geringen Graden der Luftverdichtung, wie ich sie gewöhnlich zur Inspiration anwende, nur selten so bemerklich auftritt, dass die Patienten, ohne besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, sie beachten. Nur ausnahmsweise beobachtete ich, dass ohne Befragen von selbst über unangenehme Zerrung im Ohr geklagt wurde. Ein Kranker, welcher an perforirtem Trommelfell litt, bemerkte beim Einathmen comprimirter Luft deutlich das Ausströmen von Luft aus dem äusseren Gehörgang.

Bei der Inspiration verdünnter Luft und bei der Exspiration in verdünnte Luft lässt sich der umgekehrte Vorgang, d. h. Verdünnung der Luft in der Paukenhöhle und deshalb

Ueberdruck im äusseren Gehörgang, erwarten — wieder unter der Voraussetzung, dass das Ostium und der häutige Theil der Tuba Eustachii offen ist, oder wenigstens nicht so weit verschlossen, dass der Verschluss dem Ueberdruck der äusseren Atmosphäre zu weichen vermag. Ueber subjective Empfindungen im Ohr habe ich nicht klagen gehört.

Ich wollte alles dies nur andeutungsweise erwähnt haben und enthalte mich mit Fleiss, näher auf den Gegenstand einzugehen.

Auch die etwa zu erwartenden therapeutischen Erfolge bei Gehörkranken will ich nicht weiter in Erwägung ziehen. Sie scheinen mir nahe genug zu liegen, um die Otiatriker zu Versuchen anzuregen.

Mir selber begegneten unter meinen Kranken, bei denen ich die Inspirationen comprimirter Luft eines Lungen- oder Herzleidens wegen anwendete, mehrere, welche gleichzeitig an Schwerhörigkeit wegen Verschluss der Tuba Eustachii litten; diese beobachteten unter dem Gebrauche der comprimirten Luft eine Besserung ihres Gehörleidens.

Ich überlasse es den Otiatrikern, wie weit sie glauben, mit einfacheren Mitteln gleiche oder noch bessere Effecte zu erzielen. Mindestens, daran zweifle ich nicht, werden viel kleinere Apparate als der meinige, nach demselben Princip construirt, für sie vollkommen ausreichend sein. Nur darauf möchte ich auch sie aufmerksam machen, dass wir im pneumatischen Apparat ein Mittel haben, um den anzuwendenden Druck einerseits genau zu dosiren, andererseits gleichmässig zu erhalten — ein Vortheil, der den bisher in Anwendung gekommenen Methoden, so viel ich weiss, nicht zukam, und der sicherlich auch bei den Ohrkranken nicht gleichgültig ist.

Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass wenn der pneumatische Apparat bei Gehörkranken zur Anwendung kommt, man sich nicht der gewöhnlichen Methoden der In- und Exspiration mittelst der Maske zu bedienen braucht, sondern dass man auch statt der Maske eine in die Nase zu steckende Röhre (gleich dem Politzer'schen Versuch) an den Hahn befestigen oder auch den

Catheterismus der Tuba Eustachii damit verbinden kann. Der pneumatische Apparat dient alsdann als Reservoir für Luft in einem genau bestimmten Verdichtungsgrade.

Eben so wie mit der Tuba Eustachii lässt sich der erhöhte oder, was wohl häufiger in Rede kommt, der verminderte Luftdruck direct auf den äusseren Gehörgang appliciren und so von aussen auf das Trommelfell mechanisch einwirken (Lucae[1]). Man braucht nur eine luftdicht in den äusseren Gehörgang eingepasste Röhre oder eine die Ohrmuschel luftdicht umschliessende Maske mittelst Schlauchs mit dem Hahn des pneumatischen Apparats zu verbinden, die Luft im Apparat durch Anhängen von Gewichten in gewünschtem Grade zu verdünnen und dann den Hahn zu öffnen. Es wird dann die Luft im äusseren Gehörgang in gleichem Maasse verdünnt. Dadurch entsteht ein Ueberdruck der äusseren Luft, welche zur Herstellung des Gleichgewichts in die Tuba Eustachii — falls dieselbe nicht gegen aussen ganz abgesperrt ist (im gegebenen Falle könnte ja ein Bougiren der Tuba zur Wegsammachung derselben vorhergehen) — eindringt und das Trommelfell nach aussen wölbt.

Diese Andeutungen mögen genügen. Die Wirkungen des pneumatischen Apparats bei Affectionen der Respirations- und Circulationsorgane haben mich bisher so vollständig in Anspruch genommen, dass ich nicht dazu gelangen konnte, meine Untersuchungen auf Erkrankungen anderer Organe auszudehnen.

Sicherlich werden auch die Otiatriker von Fach viel besser als ich geeignet sein, die in Rede stehenden Untersuchungen auf ihre Specialität mit Vortheil auszudehnen.

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 14 ff. 1874.

Mechanische Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation.

Wir haben gesehen, dass die Wirkungen, welche die verschiedenen Methoden der Anwendung des transportablen pneumatischen Apparats auf die Lungen und die Respiration ausüben, auf das exacteste, ja fast mit mathematischer Sicherheit sich bestimmen lassen, und dass sie deshalb mit Nothwendigkeit eintreten müssen, weil sie rein mechanische sind und auf physicalischen Gesetzen sich aufbauen. Wie die Kälte stets abkühlend, so muss ein Drucküberschuss auf elastische Wände stets ausdehnend, eine Druckverminderung dagegen zusammenziehend wirken. Hier gilt ein eisernes physicalisches Gesetz, dem organische wie anorganische Körper unterliegen; hier können weder Nerven noch Gefässe den Endeffect hindern; hier rechnen wir nicht mit unbestimmten Factoren und unberechenbaren Einflüssen, wie es leider sonst noch bei den meisten unserer Medicationen der Fall ist.

Hierin liegt die grosse Bedeutung rein physicalischer Heilmittel, mit denen sich die anderen dynamischen nicht messen können. Leider ist die Materia medica noch sehr arm an derartigen Mitteln, und um so berechtigter ist unsere Freude, ein neues gewonnen zu haben.

Aber nicht blos der Gewinn eines neuen physicalischen Heilmittels ist es, welcher uns entgegentritt. Es kommt der weitere grosse Vorzug hinzu, dass wir im Stande sind, die mechanische Wirkung auch sofort durch mechanische Hülfsmittel zu berechnen und den Grad derselben zu bestimmen. Hier hat die Pneumatometrie, die Spirometrie, die Messung vorgearbeitet, und wir können somit an physicalischen Instrumenten in nackten Zahlen die erfolgte mechanische Wirkung darlegen. Wie das Thermometer

uns die stattgehabte Abkühlung in Folge der applicirten Kälte, so zeigen uns Pneumatometer, Spirometer, Brustmessung und namentlich die Volum-Messungen am pneumatischen Apparat selbst in nicht zu verkennender Weise die erfolgte Druck- und Zugwirkung an.

Haben wir derart die Wirkung der pneumatischen Methoden auf die Lungen und die Respiration kennen gelernt, so ist es nunmehr meine Aufgabe, zu zeigen, dass in gleicher Weise auch eine directe mechanische Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation durch jene verschiedenen Methoden ausgeübt wird, die in nicht minder exacter Weise zur Anschauung kommt. Auch hier sind es rein physicalische Gesetze, welche zur Geltung gelangen.

Ein kurzer Rückblick auf den Mechanismus der Respiration und Circulation wird uns sofort in medias res führen.

Die Physiologie lehrt bekanntlich, dass für den Mechanismus der Circulation dem Respirationsapparat eine nicht unwichtige Rolle zufällt. Die in den Brustkasten luftdicht eingefügten Lungen sind selbst in ihrer Exspirationsstellung nicht ihrer Elasticität entsprechend retrahirt, sondern ausgedehnt;* in weit höherem Grade ist dies bei der Inspiration der Fall. Die übrigen, gleichfalls im Thorax eingeschlossenen Organe befinden sich deshalb dauernd unter einem negativen Drucke (bewirkt durch die Tension der elastischen Lungen, sich zu retrahiren), und zwar in geringem Grade bei der ruhigen Exspiration, in höherem Grade bei der Inspiration und ganz besonders bei tiefer Inspiration. Dieser negative Lungendruck bewirkt ein Ansaugen des Blutes aus den Venen und setzt andererseits bei der Inspiration — am Kymographion sichtbar — den Druck im Aortensystem herab.

Es ist leicht erkennbar, dass die Verhältnisse des Blutdrucks eine wesentliche Aenderung erfahren müssen, sobald die Druckverhältnisse in den Lungen durch Inspiration comprimirter oder verdünnter Luft, desgleichen durch Exspiration in verdünnte oder verdichtete Luft erheblich gegen die Norm modificirt werden. Es sind zwei bekannte Experimente, durch welche einige hierher gehörige Thatsachen von Physiologen bereits mit Sicherheit festge-

stellt sind. Schon Johannes Müller[1]) theilte mit, dass er durch möglichst tiefe, möglichst lang angehaltene Inspiration, während Mund und Nase geschlossen ist, seinen Puls zum Verschwinden bringen könne. Lässt man andererseits nach tiefer Inspiration einen forcirten Exspirationsversuch, der noch durch äussere Compression des Thorax mittelst der Arme (Ed. Weber) unterstützt werden kann, anstellen, dabei aber die Glottis verschliessen, so schwellen die Halsvenen strotzend an, Herzstoss und Puls verlangsamen sich und können auch hierdurch fast bis zum Verschwinden gebracht werden. Hauptsächlich sind es Ed. Weber[2]) und Donders[3]), die sich mit diesen Phänomenen, wie überhaupt mit der Einwirkung der Respiration auf die Circulation, eingehend beschäftigt haben. Es ist festgestellt worden, dass in dem ersten Joh. Müller'schen Experiment das Verschwinden des Pulses durch erhebliche Verminderung des Herzdruckes in Folge der starken Luftverdünnung in den Lungen und des dadurch enorm gesteigerten negativen Druckes bewirkt wird, während umgekehrt in dem zweiten Experiment der Druck im Aortensysem durch Compression der Lungenluft ausserordentlich gesteigert, aber auch der Abfluss des Blutes aus den Venen gehemmt wird, und es auf diese Weise zur Hemmung und allmälig zum Stillstand der Circulation kommt. Donders constatirt, dass durch das letzte Experiment der Druck auf das Herz und die grossen Gefässe bis auf 67—85 Mm. Quecksilberhöhe über den Atmosphärendruck gesteigert werden kann, während bei normaler Respiration jener Druck niedriger ist, als der einer Atmosphäre.

Schon aus diesen Experimenten ersehen wir zur Genüge, eine wie mächtige physiologische Wirkung die Luftcompression und Luftverdünnung in den Lungen auf das Herz und die gesammte

---

1) Lehrbuch der Physiologie. Bd. I. S. 198.

2) Ueber ein Verfahren, den Kreislauf des Blutes und die Function des Herzens willkürlich zu unterbrechen. Müller's Archiv 1851.

3) Beiträge zur Mechanik der Respiration und Circulation im gesunden und kranken Zustande. Zeitschrift für rat. Medicin. Neue Folge. Bd. III. u. IV.

Circulation auszuüben vermag, so dass sie selbst die Circulation zu hemmen oder ganz zu sistiren im Stande ist.

Mit Hülfe meines transportablen pneumatischen Apparats ist es nun möglich gemacht, die physiologischen Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft, sei es für die Inspiration, sei es für die Exspiration, die sie in ihren verschiedenen Graden auf die Circulation ausüben, zu studiren und diese Wirkungen als therapeutisches Agens mit genauster Dosirung zu verwerthen. Versuche an Gesunden und Kranken führten mich zu folgenden Resultaten, die in vollkommener Harmonie zu den physiologischen Thatsachen stehen, und die ich mir eben deshalb auch schon grossentheils theoretisch construirt hatte, ehe ich sie in praxi prüfte und in vollkommenem Einklang mit der Theorie fand.

1. Inspiration comprimirter Luft.

Bei der Inspiration comprimirter Luft wird der Druck in den Lungen verstärkt.

Diese Thatsache ist über jeden Zweifel erhaben.

Wir sahen, dass beim Einathmen comprimirter Luft Lungen und Thorax weit über dasjenige Volumen ausgedehnt wurden, welches sie sonst auch bei der grössten Anstrengung der Inspirationsmuskeln nicht zu erreichen vermögen. Damit dies geschehen könne, muss nothwendigerweise ein mechanischer Druck von der inneren Oberfläche der Lungen nach aussen wirken, welcher grösser ist als der auf der äusseren Thoraxoberfläche lastende Atmosphärendruck. Sonstige Einflüsse, welche die Ausdehnung in anderer Weise über die Kraft der Musculatur hinaus bewirken könnten, liegen nicht vor.

Es ist nun mit Sicherheit anzunehmen, dass der Vorgang in folgender Weise stattfindet:

Thorax und Lungen werden zunächst durch die Inspirationsmuskeln nur bis zu ihrer normalen tiefen Inspirationsstellung ausgedehnt, so lange bis die Lungenluft, welche durch den geöffneten Mund in directer Communication mit der verdichteten Luft des pneumatischen Apparats steht, sich mit dieser in Druckgleichge-

wicht gesetzt hat. Ist sodann dieses Druckgleichgewicht eingetreten, so lastet auf der inneren Lungenoberfläche ein höherer Druck als auf der äusseren Thoraxwand, und diesem Drucke giebt die elastische Lunge und der Brustkorb nach, unterstützt von der in ihrer Leistungsfähigkeit gekräftigten Musculatur.

Dass eine Ausgleichung des Drucks zwischen der Luft in den Lungen und der Luft im Apparat bei der offenen Communication beider nicht stattfinden sollte, ist physicalisch undenkbar. Man könnte höchstens einwenden: es sei möglicherweise nicht Zeit genug vorhanden, um die Ausgleichung des Drucks zur Realisirung zu bringen. Auch diese Annahme ist mit Sicherheit durch die angeführten Thatsachen widerlegt.

Ganz sicher bedarf es einer gewissen Zeit, ehe die Druckausgleichung eine vollständige ist, und diese Zeit wird eine um so grössere Dauer haben, je enger die Passage ist, auf welcher die comprimirte Luft zu den Lungen gelangt. Zunächst entsteht ja bei tiefer Inspiration eine erhebliche Luftverdünnung in den Lungen, die erst in dem Maasse weicht, als neue Luft zuströmt. Die Druckdifferenz ist demnach beim Beginn der Inspiration noch ziemlich erheblich; sie gleicht sich erst allmälig im Verlaufe der Inspiration aus, und zwar um so schneller, je reicher die Luftzufuhr ist. Die Ausgleichung muss aber noch nothwendig im Verlaufe der Inspiration selbst erfolgt sein, sonst hätte die nur durch einen Drucküberschuss zu erklärende Brustausdehnung nicht bewirkt werden können.

Sehr klar ist dieses Verhältniss auch durch v. Cube[1]) dargelegt worden, welcher durch ein zwischen Apparat und Mundhöhle eingeschaltetes Manometer dieses Verhalten noch in directester Weise dem Auge sichtbar nachwies. Er konnte am Manometer zeigen, dass der vor der Inspiration mit der Luftcompression des Apparats übereinstimmende Quecksilberdruck des Manometers mit der beginnenden Inspiration zuerst erheblich, und zwar selbst bis auf Null, d. h. bis auf den gewöhnlichen Atmosphärendruck, plötzlich sank, sodann stieg und am Ende der Inspiration dem

1) Wiener med. Wochenschr. No. 28. 29. 1874.

Druck der in Anwendung gekommenen Luftcompression gleich kam. — Denjenigen gegenüber, welche gern das zu bezweifeln geneigt sind, was ihnen nicht ad oculos demonstrirt wird, selbst wenn es durch physicalische Gesetze gestützt wird, ist dieser Versuch v. Cube's von ganz besonders hohem Werth.

Es ist unter diesen Umständen natürlich von Wichtigkeit, was gleichfalls v. Cube[1]) zuerst urgirt hat, dass man den Verbindungsgliedern, welche die Communication zwischen Cylinder und Mundhöhle besorgen, — Schlauch, Hahnöffnung, Maskenansatz — ein genügend grosses Lumen giebt. Dass dasselbe an meinem Apparat den Anforderungen genügt, wird durch die mit Sicherheit erzielten mechanischen Wirkungen erwiesen.

Ich halte es nicht für nöthig, v. Cube's Vorschlag zu folgen, Ansatzstücke von verschiedener Weite je nach den individuellen Indicationen zu wählen. Besser, meine ich, ist es, die Druckdifferenz allein durch den Grad der Luftcompression zu dosiren und stets das gleiche Ansatzstück beizubehalten. Freilich kommt v. Cube wahrscheinlich nur deshalb zu seinem Vorschlage, weil er anstatt der Maske eventuell auch Mundstücke empfiehlt, bei denen, wenn man sie überhaupt anwendet, es sicherlich nicht gleichgültig ist, ob sie eng oder weit sind. Ich meinerseits muss mich überhaupt gegen die Mundstücke aussprechen und empfehle für alle Fälle die Masken. Bei diesen braucht man keine verschiedene Weite der Ansatzstücke.

Derselbe Umstand spricht gleichzeitig auch gegen die Anwendung der Mund- und Nasenstücke an Stelle der Maske. Während unter der Maske mit offenem Munde geathmet, also die Passage möglichst erweitert wird, ist sie beim Mund- und Nasenstück schon innerhalb dieser Ansatzstücke sehr verengt, und es kommt noch die verengte Passage durch den Isthmus glosso-palatinus oder die Nasengänge hinzu. Unter so bewandten Umständen ist es dann wohl möglich, dass das Zuströmen von Luft zu langsam erfolgt, um die volle Druckausgleichung während einer Inspiration zur Entfaltung kommen zu lassen. Dass ein Mundstück auch noch wegen der Mundhöhlenmusculatur die Druckwirkung zu beeinträchtigen vermag, habe ich bereits früher erörtert[2]).

---

1) Ibidem und Berliner klin. Wochenschr. No. 4. 1874.

2) Vergl. S. 171.

Wird aber die Druckwirkung beschränkt oder aufgehoben, so werden dadurch nicht nur die Wirkungen auf das Herz und die Circulation gehemmt, sondern zum grossen Theil auch diejenigen auf die Lungen und die Respiration, so weit sie nämlich durch den Ueberdruck hervorgerufen werden. (Ausdehnung des Thorax und deren Folgen.)

Es ist endlich noch ersichtlich, dass eine volle Druckwirkung auch nur dann eintritt, wenn die Inspiration lange genug andauert. Ist jemand nicht im Stande, tief genug zu inspiriren, so kann es geschehen, dass in dem Momente, wo er die Inspiration unterbricht, noch nicht ein volles Druckgleichgewicht zwischen Apparat und Lungenluft eingetreten ist. In diesen Fällen wird aber auch die ausdehnende Wirkung auf die Lungen nicht voll zur Entwicklung kommen.

Für gewöhnlich jedoch — dies ist durch meine früher mitgetheilten Untersuchungen erwiesen — kommen, wenn die Kranken nicht sehr dyspnoëtisch siud, die Wirkungen auf die Lungen thatsächlich zu Stande; folglich muss auch ein Drucküberschuss in den Lungen stattgefunden haben, und die Druckausgleichung muss schnell genug von statten gehen, um während der kurzen Zeit einer Inspiration ihre Wirkung ausüben zu können.

Wir dürfen demnach nach Erörterung der genannten einschränkenden Momente mit Sicherheit den Satz aussprechen, dass wo überhaupt die comprimirte Luft in einer allen Auforderungen genügenden Weise zur Anwendung kommt, auch nothwendig eine Druckverstärkung in den Lungen die Folge sein muss. Fehler im Apparat oder in der Anwendungsmethode (zu enge Verbindungsstücke, Benutzung von Mund- und Nasenstücken statt der Maske, Athmen mit wenig geöffnetem Munde oder alleiu mit der Nase unter der Maske u. a.) oder individuelle Störungen (Unfähigkeit, lang und tief einzuathmen) beeinflussen natürlich auch das Endergebniss, müssen aber für die Beurtheilung der physiologischen Wirkung eliminirt werden.

Die Drucksteigerung auf der Lungenoberfläche hat nothwendig einen Druck auf alle diejenigen Organe zur Folge, welche mit den Lungen in Contact stehen.

Man könnte diese Thatsache auf Grund des folgenden Raisonnements anzweifeln: Je mehr die Lungen über ihr Elasticitätsgleichgewicht mechanisch ausgedehnt werden, um so grösser wird der Elasticitätswiderstand, und dieser könnte bei starker Ausdehnung eine solche Höhe erreichen, dass er als negativer Factor dem positiven des Drucküberschusses das Gleichgewicht hält.

Dass dieses Raisonnement falsch, ist unschwer zu erweisen. In der That wächst der Elasticitätswiderstand mit der zunehmenden Lungenausdehnung. Aber dieser Widerstand ist unmöglich so gross, dass er dem Drucküberschuss das Gleichgewicht hält; denn wäre dies der Fall, dann könnte eine Ausdehnung der Thoraxwände nicht stattfinden. Um diese zu bewirken, müssen bedeutende Widerstände, die in der Starrheit der Wandungen und hauptsächlich noch in der Schwerkraft gelegen sind, überwunden werden; damit aber eine solche Arbeitskraft, welche diese Widerstände überwindet, geleistet werden könne, dazu muss eben noch ein Ueberschuss von Druck vorhanden sein über dasjenige Maass hinaus, welches zur Ueberwindung der Lungenelasticität aufzubieten ist.

Immerhin wird jedoch bei der Schätzung der zur Wirkung gelangenden Druckdifferenz die Lungenelasticität derart berücksichtigt werden müssen, dass sie die positive Druckdifferenz um einen gewissen Factor verringert, dessen Grösse zu berechnen ich ausser Stande bin.

Der gleiche Druck, welcher die Thoraxwand von innen heraus ausdehnt, muss nothwendig auch die übrigen Organe belasten, welche im Thoraxraum eingeschlossen sind. Hierher gehören das Herz und die intrathoracischen Gefässe, Arterien sowohl wie Venen.

Bei der gewöhnlichen und noch viel mehr bei der tiefen Inspiration wird, wie bekannt, der negative Lungendruck gesteigert, oder, was dasselbe ist, der intrathoracische Druck wird herabgesetzt. Die Lungenluft wird beim Beginn der tiefen Inspiration plötzlich verdünnt und die Luftverdünnung hält so lange an, als noch nicht Luft genug von aussen zugeströmt ist, um dem ver-

grösserten Lungenraum zu entsprechen. Dieser verminderte Luftdruck in den Lungen zusammen mit dem Retractionsbestreben der elastischen Lungen (Elasticitätscoefficient) üben einen Zug auf alle intrathoracischen Organe aus. Aus den Körpervenen wird zunächst mehr Blut — als während der Exspiration — in den Thorax aspirirt, und das Herz wird in seiner Contractionskraft gehemmt. Die Wandungen des Herzens — es sei mir eine etwas harte Bezeichnung zur Veranschaulichung des Vorgangs gestattet — werden gleichsam von allen Seiten nach aussen gezerrt oder besser angesogen, und diesem Aspirationszug müssen sie bei ihrer Contraction Widerstand leisten. So viel Kraftaufwand nun die Ueberwindung dieses Widerstandes erfordert, so viel geht an der Gesammtkraft der Herzcontraction für die Ausstossung des Blutes verloren, und das Resultat ist, wie das Kymographion zeigt, Herabsetzung des Drucks im Aortensystem während der Dauer der Inspiration.

Es ist ersichtlich, dass sich diese Verhältnisse sofort modificiren müssen, so wie statt gewöhnlicher Atmosphäre comprimirte Luft eingeathmet wird.

Hier tritt an die Stelle der Luftverdünnung in den Lungen eine Luftcompression. Der durch die ausgedehnten Lungen auf die mit ihr in Verbindung stehenden Organe sonst ausgeübten Saugkraft wirkt die Luftcompression entgegen, und diese kann, ist sie stark genug, sogar den negativen Aspirationszug in einen positiven Druck verwandeln.

Es muss selbstverständlich von dem Grade der Luftcompression abhängen, in welchem Maasse eine Druckwirkung zu Stande kommt. Nach Donders hält der negative Lungendruck bei einer möglichst tiefen Einathmung einer Quecksilbersäule von ca. 30 Mm. das Gleichgewicht. Dies entspricht ungefähr $^1/_{25}$ Atmosphärendruck und nach Gewichten an meinem pneumatischen Apparat berechnet 48 Pfund Belastung desselben (d. h. nach Abzug des Cylindergewichts noch Auflegen von 38 Pfund).

Würde man also diese letztere Compression in Anwendung bringen, so würde — von einzelnen einschränkenden Factoren, die oben besprochen, abgesehen — dieselbe gerade hinreichen, um

den negativen Lungendruck auf Null zu reduciren. Wendet man eine noch stärkere Compression an, so würde der negative Lungendruck in einen positiven verwandelt, d. h. das Herz würde durch den Contact mit den Lungen für seine Contraction nicht nur nicht an Kraft verlieren, sondern sogar einen Zuwachs an Druckkraft von denselben erhalten.

Ist dagegen die benutzte Luftcompression kleiner als $^1/_{25}$ Atmosphärendruck, so kann zwar der negative Lungendruck nicht vollständig aufgehoben und noch weniger in einen positiven verwandelt werden; aber der negative Factor wird um so viel kleiner, als der positive Factor der Luftcompression ihn entlastet.

Betrachten wir den Verlust an Herzkraft, resp. die Druckverminderung während der Inspiration als physiologische Norm, so muss schon jede Verminderung dieses Verlustes als ein positiver Zuwachs der Herzkraft, oder als eine der Norm gegenüber gesetzte Druckvermehrung im Aortensystem angesehen werden.

Die Inspirationen comprimirter Luft setzen eine Druckvermehrung gegenüber den tiefen Inspirationen in gewöhnlicher Atmosphäre. Da nun bei diesen letzteren der Druck mehr verringert ist, als bei gewöhnlicher oberflächlicher Athmung, so wird erst bei Anwendung eines gewissen Grades von Luftcompression ein Ueberschuss von Druckkraft auch gegen die gewöhnliche Athmung erreicht sein. Wo dieser Grad anfängt, werden weitere physiologische Untersuchungen zu entscheiden haben. Bei derjenigen Luftcompression, die ich zu therapeutischen Zwecken zu benutzen pflege, ist derselbe bereits überschritten; denn ich erhielt die unzweifelhaften Beweise dafür am Pulse und bei der Inspection der Jugularvenen.

Uebrigens werden wir später sehen, dass bei richtiger ununterbrochener Anwendung der comprimirten Luft die Lungenluft sowohl bei der Inspiration wie bei der Exspiration in einem gewissen Verdichtungsgrade der Norm gegenüber sich befindet. Es kommt demnach in den Lungen gar nicht zu demjenigen Grade der Luftverdünnung am Anfang der Inspiration, wie es sonst der Fall ist, also auch nicht zu einer dadurch bedingten wesentlichen Druckdifferenz.

Es ergiebt sich demnach als wichtige Schlussfolgerung:

1. Durch die Inspirationen comprimirter Luft wird die Arbeit des Herzens erleichtert, dadurch die Herzkraft

für die Systole gesteigert und der Druck im Aortensystem erhöht.

Die Steigerung der Herzkraft und die Vermehrung des Drucks in den Arterien lässt sich aufs unzweideutigste am Pulse constatiren. Die Arterienwandungen erscheinen gespannt, der Puls wird hart.

Dieses Phänomen tritt bei genügender Compression — $^1/_{60}$ Atmosphärendruck reicht meist aus, zuweilen eine noch geringere Luftverdichtung — constant und regelmässig auf und ist meist so deutlich auspeprägt, dass es selbst Ungeübten gelingt, es mit dem tastenden Finger wahrzunehmen. Ich selbst habe es bisher in keinem Falle vermisst. Bei starker Luftcompression ($^1/_{40}$ Atmosphärendruck und darüber) wird die Härte des Pulses oft so bedeutend, dass die Arterie nur mit Mühe sich zusammendrücken lässt. Die Radialis kann bei bedeutender Steigerung der Luftcompression in einem so hohen Grade gespannt erscheinen, wie man es unter pathologischen Verhältnissen, selbst bei starker Hypertrophie des linken Ventrikels, selten zu beobachten Gelegenheit hat.

Die Erscheinung des harten Pulses ist für den tastenden Finger so auffallend, dass es keines weiteren Beweises bedarf. Dennoch stellte ich noch sphygmographische Untersuchungen an, welche dieses Factum aufs vollkommenste bestätigen. Dieselben sollen später mitgetheilt werden.

Zuweilen auscultirte ich das Herz während der Einathmungen comprimirter Luft und fand deutlich, dass die Herztöne lauter wurden.

2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird durch die comprimirte Luft gehemmt und dadurch eine geringere Blutmenge demselben zugeführt.

Das Einströmen von Blut aus den grossen Venenstämmen in den rechten Vorhof wird, wie die Physiologie lehrt, durch die Aspirationskraft der Lungen in Folge ihres negativen Drucks sehr wesentlich unterstützt. Wird nun der negative intrathoracische Druck durch die Einathmung comprimirter Luft vermindert, so

muss nothwendigerweise auch seine Saugkraft in dem gleichen Verhältniss herabgesetzt werden. Ist die Luftcompression eine so bedeutende, dass sie dem negativen Lungendrucke das Gleichgewicht hält — wie wir sahen, geschieht dies wahrscheinlich bei einem Ueberdruck von ungefähr $^{1}/_{25}$ Atmosphäre — so wird die aspirirende Kraft für die Entleerung der Venen vollkommen vernichtet. Wird die Luftcompression noch weiter über dieses Maass hinaus gesteigert, so resultirt ein Ueberschuss von Widerstand, welcher der vom Arteriendruck nach Ueberwindung der Widerstände in den Capillaren noch übrig gebliebenen vis a tergo sich entgegenstemmt und somit die gesammte Blutbewegung in den Venen an ihrer Wurzel bekämpft. Wir werden endlich bei weiterer Steigerung der Luftcompression zu einem Punkte gelangen, wo der positive Ueberdruck in den Lungen der vis a tergo das Gleichgewicht hält und sie vernichtet. An diesem Punkte muss das Leben aufhören.

Diese Betrachtung belehrt aufs deutlichste, ein wie heroisches Mittel wir in der comprimirten Luft besitzen, und wie vorsichtig wir sein müssen in der Anwendung stärkerer Verdichtungsgrade. Wie bereits hervorgehoben, wende ich selbst für gewöhnlich nur einen Ueberdruck von $^{1}/_{60}$ Atmosphäre an und steige höchstens auf $^{1}/_{40}$ Atmosphäre; niemals habe ich bisher zu therapeutischen Zwecken diesen Verdichtungsgrad überschritten.

Beobachtet man den entblössten Hals Gesunder oder Kranker, welche man comprimirte Luft einathmen lässt, so bestätigt die Inspection aufs unzweideutigste den erörterten Einfluss auf die Blutbewegung in den Venen.

Während man, besonders bei dazu qualificirten Subjecten mit oberflächlich liegenden Venen, unter normalen Verhältnissen deutlich die Entleerung der Jugularvenen und das Zusammensinken derselben während des Actes der tiefen Inspiration beobachten kann, so ändert sich dieses Verhältniss sofort bei Inspiration comprimirter Luft. Hier konnte ich deutlich sehen, dass die Jugularvenen nicht in normaler Weise zusammenfielen, und war die Luft, welche eingeathmet wurde, hochgradig comprimirt — $^{1}/_{40}$ bis $^{1}/_{30}$ Atmosphärendruck —, so blieben die Jugulares turgescent, ja

wurden sogar als stark gefüllte Stränge hervorgewölbt, in der Weise, wie man es sonst nur bei forcirter Exspiration oder beim Valsalva'schen Versuch zu beobachten pflegt.

Die Inspection bestätigt somit vollkommen die ursprünglich auf dem Wege der Theorie gewonnene Thatsache.

Man könnte gegen das Vorgetragene folgenden Einwand erheben: Es sei richtig, dass durch den Widerstand der comprimirten Luft die Aspiration von Blut aus den Venen gehemmt wird; aber dafür komme durch die vermehrte Druckkraft des Herzens ein plus von Kraft zur vis a tergo hinzu, welche den Verlust durch die mangelnde Aspiration zu ersetzen vermöge. Dass dies nicht der Fall ist, davon überzeugen wir uns aufs unzweideutigste bei der Inspection der Jugularvenen. Hier sehen wir klar und deutlich, dass in der That eine Stauung des Blutes in den Venen stattfindet, welche durch eine etwa vermehrte vis a tergo keineswegs aufgehoben ist. Der Druckzuwachs im Aortensystem geht an den Widerständen verloren, welche aus der erhöhten Spannung der Arterien und der stärkeren Füllung der Capillaren resultiren. Ob noch ein Ueberschuss zur Beförderung des Blutlaufs in den Venen übrig bleibt, dies lässt sich schwer entscheiden. Wenn er vorhanden, so ist er jedenfalls zu klein, um den ungehemmten Widerständen, welche die comprimirte Luft der Entleerung der Jugulares entgegensetzt, das Gleichgewicht zu halten.

3. Unter dem Gebrauche der comprimirten Luft wird die Blutfülle im Aortensystem vermehrt. Die Arterien erscheinen umfänglicher; der Puls wird voller.

Wir sahen, dass unter dem Einfluss der Luftcompression die Contraction des Herzens erleichtert, seine Kraft erhöht wird. Dies betrifft sowohl die Vorhöfe wie die Ventrikel. Die Folge davon muss sein, dass durch die energischere Contraction auch die Entleerung des Blutes eine vollständigere werden muss. Es wird somit mit der Systole mehr Blut in das Aortensystem hineingeworfen als unter normalen Verhältnissen.

Hauptsächlich wird dies für die ersten Ventrikelsystolen gelten, welche unter dem Einfluss der comprimirten Luft zu Stande kommen. Bei den späteren Herzcontractionen ist bereits durch die Verminderung des Blutzuflusses aus den Venen die Blutmenge im Ventrikel vermindert, also auch die in die Arterien mit jeder Systole einströmende Blutmenge herabgesetzt.

Die anfängliche Vermehrung des Blutzuflusses in die Arte-

rien mit der gleichzeitigen daurenden Verminderung des Blutausflusses aus den Venen lässt aber immer noch einen über die Norm gesteigerten Blutreichthum in den Arterien zurück. Der tastende Finger überzeugt sich, dass die Radialis umfänglicher, der Puls voll geworden ist. In zahlreichen Fällen habe ich diese Thatsache constatiren können.

4. Was die Grösse der Pulswelle betrifft, so verhält sich diese verschieden von der Füllung des Arterienrohrs. Bei der ersten Systole, die unter dem Einfluss der comprimirten Luft statthat, wird eine grössere Blutmenge ins Aortensystem hineingeworfen, als dies normal der Fall ist. Der durch diese Systole bewirkte Puls muss deshalb grösser sein als zuvor; wir erhalten somit anfänglich einen Pulsus magnus.

Dauert nun aber der Einfluss der comprimirten Luft fort, so wird wegen Abnahme des der rechten Herzhälfte zuströmenden Venenblutes mit jeder folgenden Systole — bis ein Kreislauf-Gleichgewicht eingetreten ist (vergl. sub 5) — immer weniger Blut aus dem linken Ventrikel in die Aorta hineingepresst. Die Pulswelle muss deshalb kleiner werden. Sie wird kleiner, obgleich das Arterienrohr umfänglicher, d. h. voller als normal ist. Ja es ist klar, dass gerade weil die Arterie gefüllter als gewöhnlich ist, das Hinzuströmen einer kleineren Blutmenge eine um so kleinere Wellenerhebung bilden muss.

Bei aufmerksamer Betastung des Pulses konnte ich mit Evidenz die vorliegenden Verhältnisse feststellen: zuerst Pulsus magnus, dann immer kleinerer Puls, selbst zum Pulsus parvus übergehend, bei trotzdem bestehendem Pulsus plenus. Macht die Inspiration comprimirter Luft der Exspiration Platz, so wird der Puls während der Exspiration zuweilen grösser als er während der Inspiration war, und bleibt es noch mehr oder weniger lange Zeit nach dem Aussetzen der comprimirten Luft.

Diese Thatsache hatte ich in praxi bei meinen Untersuchungen gefunden, noch bevor ich mir in der Theorie von dem Grunde Rechenschaft zu geben vermochte. Sie erschien mir sogar — ich will es gern eingestehen — anfangs paradox, und doch er-

klärt sie sich, wie wir sehen, sehr einfach aus den stattfindenden Vorgängen.

5. Die Vertheilung des Bluts im Organismus wird verändert und zwar derart, dass die im Thorax eingeschlossenen Organe, in specie der kleine Kreislauf innerhalb der Lungen, von Blut entlastet werden, und der grosse Kreislauf eine entsprechend grössere Blutmenge zugeführt erhält.

Diese Schlussfolgerung ergiebt sich von selbst aus den vorhergegangenen Prämissen.

Wir sehen, dass einerseits sofort beim Beginn der Einwirkung comprimirter Luft eine grössere Blutmenge ins Aortensystem einströmt, und dass andererseits der Abfluss von Blut aus den Venen ins Herz gehemmt wird. Nothwendig folgt daraus, dass um so viel der grosse Kreislauf an Blut reicher geworden ist, eben so viel der kleine Kreislauf an Blutfülle verloren haben muss.

Die Blutverarmung wird sämmtliche intrathoracischen Organe betreffen: die Lungen, die Herzkammern und Herzvorkammern, so wie die grossen Gefässe.

Die dem rechten Vorhof aus den Venen zugeführte Blutmenge ist bereits vermindert. Derselbe wird deshalb ein gleich vermindertes Blutquantum dem rechten Ventrikel überliefern und dieser dasselbe bei seiner Systole den Lungen zupumpen. Aus den Lungen gelangt die geringere Blutmenge in die linke Vorkammer, sodann in den linken Ventrikel. Ist dies geschehen, so erhält auch der grosse Kreislauf, wie wir bereits (ad 3 und 4) erörtert, mit jeder Systole weniger Blut zugeführt als vorher.

Die Luftcompression wird diejenigen Organe am meisten belasten, welche durch ihre Structur am wenigsten Widerstand zu leisten vermögen, am meisten die grossen Venenstämme und wohl die in den Lungen sehr oberflächlich liegenden Capillaren, viel weniger die dickwandigen elastischen Arterienstämme und am wenigsten die musculösen Vorkammern und zumal die Herzkammern selbst.

Die Compression der zur rechten Vorkammer führenden intrathoracischen Venenstämme wird theils, wie wir sahen, eine Stauung nach der Peripherie hin bewirken, theils wird sie die bereits in

ihnen enthaltene und ihnen in vermindertem Maasse neu zuströmende Blutmenge in die rechte Vorkammer befördern helfen, indem sie die dünnen Venen in ihrem Querdurchmesser mehr beeinträchtigt als die musculöse Vorkammer. Immerhin — das muss ich noch einmal, um missverständlichen Deutungen vorzubeugen, hervorheben — wird trotz dieser beförderten Entleerung des Bluts in die Vorkammer dennoch, unserer Beobachtung gemäss, die zuströmende Blutmenge im ganzen gegen die Norm vermindert sein müssen, weil die intrathoracischen Venenstämme sowohl wie der rechte Vorhof durch die Compression in ihrem Querdurchmesser verkleinert sind.

Der rechte Vorhof sowohl wie der rechte Ventrikel gewinnen — ebenso wie ich es vom linken gezeigt habe — für ihre Systole an Kraft wegen Verminderung des negativen Lungendruckes. Aber hier tritt der Entleerung des Blutes ein erhöhter Widerstand in den Pulmonararterien und mehr noch in den Lungencapillaren entgegen, indem diese der Compression durch die verdichtete Luft gleichfalls unterworfen sind. Es ist möglich, ja vielleicht wahrscheinlich, dass dieser Widerstand den Zuwachs an Herzkraft gerade aufwiegt. Ich enthalte mich diesen Gegenstand weiter zu erörtern, weil hier sichere Beobachtungen fehlen, und hypothetische Speculation an ihre Stelle treten müsste, die ich vermeiden will.

Was nun endlich die Entleerung des Lungenblutes aus den Lungenvenen in die linke Vorkammer betrifft, so muss dieselbe — hier betreten wir wieder einen sicheren Boden — durch die Luftcompression unterstützt werden, weil die membranösen Venen in ihrem Querdurchmesser von der comprimirten Luft mehr beeinträchtigt werden als die musculöse Vorkammer während ihrer Diastole.

Linker Vorhof und linker Ventrikel endlich erhalten, wie bereits ausführlich erörtert, von der comprimirten Luft einen Zuwachs an Contractionskraft, und die Entleerung ihres Blutes in den nicht künstlich belasteten grossen Kreislauf wird unterstüzt.

Das Quantum Blut, um welches der grosse Kreislauf auf Kosten des kleinen sich bereichert, stammt zunächst, wie bereits hervorgehoben, aus den ersten Systolen des linken Ventrikels. Mit jeder

Systole kann nur noch so lange mehr Blut als gewöhnlich abfliessen, als der linke Ventrikel noch die normale Blutmenge zugeführt erhält. Dies ist nach wenigen Systolen schon nicht mehr der Fall, nämlich dann, sobald die dem rechten Vorhof bei seiner ersten Diastole zugeflossene verminderte Blutmenge auf ihrem Wege bis zum linken Ventrikel gelangt ist.

Bei den nun später folgenden Herzcontractionen wird zwar weniger Blut als gewöhnlich den Arterien zugepumpt, aber der grosse Kreislauf bleibt dennoch wegen gehemmten Abflusses aus den Venen mit Blut überfüllt. Die Blutüberfüllung wird sich auf Arterien, Capillaren und Venen vertheilen.

Die Hemmung des Blutabflusses muss aber endlich eine gewisse Grenze erreichen. Die Luftcompression bei einem bestimmten Druck kann eben nur bis zu einem gewissen, diesem entsprechenden Grade den Querdurchmesser der intrathoracischen Venenstämme und des rechten Ventrikels verkleinern und somit die Blutzufuhr auch nur bis zu einem gewissen Grade beeinträchtigen. Ist die Blutmenge im kleinen Kreislauf endlich so weit vermindert, dass die dem rechten Vorhof bei seiner Diastole zufliessende Blutmenge seinem durch die äussere Compression verkleinerten Volumen entspricht, so ist ein Kreislauf-Gleichgewicht hergestellt, derart dass die mit jeder Systole des linken Ventrikels dem Aortensystem zugeführte Blutmenge gerade derjenigen entspricht, welche gleichzeitig durch die grossen Venenstämme in den rechten Vorhof abfliesst. Rechte und linke Herzhälfte werden dann wieder, wie normal, ganz gleiche Blutmengen enthalten. Bei diesem Kreislaufs-Gleichgewicht wird aber selbstverständlich der grosse Kreislauf seinen einmal gewonnenen Ueberschuss an Blut gegen den kleinen Kreislauf bewahren.

Die Entlastung des kleinen Kreislaufs von Blut wird gleichen Schritt halten mit dem Grade der in Anwendung gezogenen Luftcompression. Wir haben oben bereits ausgeführt, dass wir durch Steigerung der letzteren zu einem Punkte gelangen müssen, wo die zum rechten Herzen strömende Blutmenge gleich Null wird, wo der Kreislauf also und mit ihm das Leben gänzlich unterbrochen wird.

Wollen wir diesen Vorgang mit einem medicinisch-therapeutischen Beispiele kennzeichnen, so können wir uns nicht besser als folgendermassen ausdrücken:

> Die Luftcompression wirkt wie ein innerhalb des Thorax auszuführender Aderlass oder wie eine direct an der Lunge vorgenommene locale Blutentziehung, nur dass das den Lungen entzogene Blut dem Körper nicht verloren geht, sondern den übrigen Organen zu Gute kommt, und früher oder später wieder eine Ausgleichung eintritt.

6. Wir gelangen nunmehr zur Pulsfrequenz. Hier haben wir ein Gebiet erreicht, wo die rein mechanische Wirkung aufhört und die durch Nerveneinfluss bedingte vitale Thätigkeit in Geltung tritt. Merkwürdig genug, hier verlieren wir auch sofort den sicheren Boden, auf dem wir so lange Schritt für Schritt die Wirkungen der comprimirten Luft sich haben aufbauen sehen, wobei das Experiment und die Praxis den theoretischen Argumentationen, weil diese auf rein physicalische Gesetze sich stützten, aufs vollkommenste entsprach.

Die Pulsfrequenz ist zunächst allein abhängig von der Innervation und lässt sich nicht durch mechanische Einflüsse — wenigstens nicht unmittelbar und direct gleich dem Blutdruck, der Blutfülle und der Blutvertheilung — in beliebige Bahnen ablenken. Je nachdem das Blut, welches die Medulla trifft, genügend oder ungenügend mit Sauerstoff geschwängert und von Kohlensäure befreit, je nachdem die Erregbarkeit im Nervencentrum grösser oder kleiner ist, abgesehen von noch anderen vitalen Einflüssen, auf die ich hier nicht näher einzugehen brauche, wird die Innervation zur Herzcontraction, respective der Hemmungsnerveneinfluss häufiger oder seltener erfolgen, der Puls frequenter oder langsamer werden.

Im allgemeinen sehen wir, dass, wo das Blut aus irgend einem Grunde nicht genügend decarbonisirt wird, sei es wegen verminderten Zutrittes von Sauerstoff zu den Lungen (z. B. bei Stenose des Larynx und der Trachea) oder wegen sonst gestörter Respirationsthätigkeit, sei es bei durch pathologische Processe gehemmter Blutcirculation, meistentheils die Pulsfrequenz

vermehrt wird. Durch die Vermehrung der Herzcontractionen soll eine Beschleunigung des Kreislaufs und hiermit eine Compensation der Störung herbeigeführt oder wenigstens versucht werden.

Ich will an diesem gleichsam schematischen Beispiele nur zeigen, wie die Pulsfrequenz ganz eigentlich das reine Product der Innervation ist, in dem Maasse, dass der lebende Organismus in der auf Nerveneinfluss erfolgenden Regulirung der Zahl der Herzcontractionen einen Moderator gegen den im übrigen rein mechanischen Vorgang des Kreislaufs besitzt.

So wie wir aber mit dem Einfluss der Innervation zu rechnen haben, so verlassen wir denjenigen Boden, auf dem wir bisher ungestört von der vitalen Thätigkeit des Organismus die Wirkungen rein mechanischer Vorgänge haben verfolgen können. Hier begegnen uns auch wieder alle diejenigen Mängel und Schwankungen, mit denen wir sonst überall bei der Bestimmung der Wirkung unserer Heilmittel zu rechnen haben, hier hört jener Grad der Exactität auf, welcher rein physicalischen Vorgängen eigen ist.

Die Resultate, welche ich bei der Erforschung der Wirkung der comprimirten Luft auf die Pulsfrequenz erhielt, sind denn auch nicht im entferntesten so constant und so ausgeprägt, wie die vorhergehenden Resultate. Grösstentheils fand ich während der Inspiration comprimirter Luft, zumal bei gesunden Personen und bei stärkeren Graden der Luftcompression, die Pulsfrequenz verlangsamt, aber stets nur in geringem Grade, d. h. um wenige Schläge, etwa 4 — 10 in der Minute, selten mehr. In manchen Fällen jedoch konnte ich eine Herabsetzung der Pulsfrequenz überhaupt nicht beobachten, oder es schien sogar dieselbe um wenige Schläge vermehrt, dies letztere aber niemals so eclatant ausgesprochen, dass ich das Resultat als zweifellos exact, d. h. nicht durch besondere nervöse Einflüsse — Aufregung, Unruhe, Anstrengung etc. — bedingt ansehen konnte.

Die Prüfung der Pulsfrequenz während des Gebrauchs der comprimirten Luft ist nämlich ausserordentlich schwierig. Der zu Untersuchende braucht, wenn er nicht sehr geübt ist, beide Hände, die eine zum Halten der Maske, die andere zum Hahn-

umdrehen. Will man seinen Puls fühlen, so darf man ihn blos die rechte Hand zum Drehen des Hahns gebrauchen lassen, und ein Gehülfe muss ihm die Maske ans Gesicht drücken. Diese Manipulation setzt aber leicht eine Nervenerregung, welche an sich die Pulsfrequenz vermehrt, ganz unabhängig von dem Einfluss der comprimirten Luft.

Diejenigen Versuche, welche mir zuverlässig schienen, sind an gesunden kräftigen Personen angestellt, die bereits darauf eingeübt waren, mit der rechten Hand sowohl die Maske sich vor dem Gesichte zu halten als auch selbständig den Hahn zu reguliren. Bei diesen Versuchen erhielt ich, wie gesagt, fast regelmässig eine Verlangsamung der Pulsfrequenz.

Bei Kranken dagegen, deren Puls so schon leicht durch das Betasten beschleunigt wird, fand ich dagegen viel häufiger eine Abweichung von dieser Regel, zuweilen selbst eine erhebliche Frequenzvermehrung.

Ich muss bemerken, dass ich den Puls so zählte, dass ich auch die während der Exspiration erfolgenden Pulsschläge mit in Anrechnung brachte. Versuchte ich, was sehr schwierig, die Frequenz des Pulses während der Inspiration mit der während der Exspiration zu vergleichen, so schien mir zuweilen während der letzteren die Frequenz etwas gegen die erstere vermehrt. Indess ist die Differenz nicht so beträchtlich, dass der Puls deshalb schon dem tastenden Finger unregelmässig erscheint; sie betrug etwa 1 bis höchstens 2 Schläge während 5 Secunden. Deutlich ausgesprochen fand ich sie überhaupt nur bei starker Luftcompression, $^{1}/_{40}$ Atmosphärendruck und darüber. Viele Untersuchungen führten überdies zu keinem brauchbaren Resultat.

Die Unsicherheit des Resultats in betreff der Pulsfrequenz zeigt sich auch bei dem früher erwähnten Weber'schen Experiment der forcirten Exspiration bei geschlossener Glottis. Ed. Weber und Donders erhielten bei demselben entgegengesetzte Resultate. Ersterer fand vor dem Verschwinden des Pulses eine Verlangsamung, letzterer eine Beschleunigung der Pulsfrequenz.

Die Beobachtung, dass die Pulsverlangsamung nicht im mindesten so constant und, wo sie vorhanden, keineswegs so bedeu-

tend ist, wie die übrigen rein mechanischen Wirkungen auf das Herz und den Puls, führt mich dahin, den Einfluss der comprimirten Luft auf die Pulsfrequenz für einen verhältnissmässig weniger wichtigen zu halten. Sollten andere Experimentatoren vielleicht häufiger eine Erhöhung oder ein Gleichbleiben der Pulsfrequenz als eine Verlangsamung finden, so würde ich das Offenbleiben dieser Streitfrage durchaus nicht für sehr wesentlich erachten.

Aus der Pulsfrequenz einerseits und dem bei jeder Systole ausströmenden Blutquantum andererseits berechnet sich die Schnelligkeit des Blutlaufs.

Das mit der Systole ins Aortensystem geworfene Blutquantum ist, wie wir sahen, für die ersten Herzcontractionen vermehrt, sodann vermindert. Eine Verminderung der Pulsfrequenz bei vermehrtem Blutquantum kann die Schnelligkeit des Blutlaufs entweder vermindern, oder gleich lassen, oder vermehren, je nachdem der Factor der Pulsfrequenz oder der der Blutvermehrung überwiegt. Für die ersten Systolen bleibt demnach das Resultat unbestimmt, da wir die Grösse der in Rede stehenden Factoren nicht zu berechnen vermögen. Für die späteren Systolen jedoch, wo die mit jeder Herzcontraction sowohl aus dem rechten wie aus dem linken Ventrikel strömende Blutmenge verkleinert ist, folgt, wenn, wie wir fanden, gleichzeitig die Pulsfrequenz verlangsamt ist, mit Nothwendigkeit, dass die Schnelligkeit des Blutlaufs herabgesetzt sein muss.

Da die Schnelligkeit des Blutlaufs nach dem Bedürfniss der Sauerstoffzufuhr und Kohlensäureabfuhr einzig und allein vom Nervensystem regulirt wird, so wäre schon hieraus der Wahrscheinlichkeitsschluss gerechtfertigt, dass bei Inspiration comprimirter Luft die Oxygenirung und Decarbonisation des Blutes vollständiger erfolgt, als unter normalen Umständen, und dadurch das Bedürfniss nach einem schnellen Blutlauf abgeschwächt, d. h. derselbe verlangsamt wird. Dass in der That ein solcher Vorgang statt hat, indem bei Einathmung comprimirter Luft die Lungenventilation erheblich vermehrt wird, haben wir oben bei der Betrachtung der Wirkung auf die Respiration gesehen. Dies steht also im Einklang mit unserem Wahrscheinlichkeitsschluss.

Obgleich demnach, das dürfen wir noch hinzufügen, weniger Blut mit jeder Systole des rechten Ventrikels gegen normal in die Lungen strömt, so ist die Ventilation der Blutgase im Ganzen dennoch vollständiger als vorher beim Einströmen einer grösseren Blutmenge. Wäre dies nicht der Fall, so hätte das Nervensystem auf den Eingriff in die Blutventilation mit Vermehrung der Herzcontractionen geantwortet.

Diese Betrachtung vermag uns zugleich einen Fingerzeig zu geben, weshalb die Resultate in betreff der Pulsfrequenz nicht vollkommen constant sind. Ganz abgesehen von den schon erwähnten zufälligen nervösen Einflüssen muss die in höherem oder geringerem Grade vermehrte Lungenventilation einen Einfluss üben. Wir können uns sehr gut den Fall vorstellen, dass die Steigerung des Lungengaswechsels gerade nur so weit ausreicht, um bei gleichbleibender Pulsfrequenz die durch die Verminderung der Blutzufuhr herbeigeführte Störung zu compensiren; oder sogar, dass sie allein für diese Compensation überhaupt nicht ausreicht und deshalb noch eine geringe Vermehrung der Pulsfrequenz zur Erhaltung des Gleichgewichts der Blutventilation erforderlich ist. Auf diese Weise lassen sich die Abweichungen in betreff der Pulsfrequenz von dem gewöhnlichen Modus erklären. Zumal bei Kranken, die an den Respirations- oder Circulationsorganen leiden, können noch so abnorme Verhältnisse hinzutreten, dass das Endresultat dadurch wesentlich beeinflusst wird.

7. Es erübrigt mir noch, die Dauer der Wirkung bei Einathmung comprimirter Luft zu besprechen.

Die Inspirationen comprimirter Luft wechseln ab mit Exspirationen in die gewöhnliche Atmosphäre. Die Voraussetzung scheint deshalb berechtigt, dass auch die Druckwirkung keine continuirliche sei, sondern intermittire. Wäre diese Annahme richtig, so müsste der Einfluss der comprimirten Luft auf das Herz und die Blutcirculation sehr wesentlich an Werth verlieren.

Erfreulicherweise lässt sich aber nun positiv nachweisen, dass eine solche Intermittenz der Wirkung nicht statt hat.

Zunächst gelingt der Nachweis durch die einfache Beobachtung. Alle oben beschriebenen Phänomene am Herzen, am Pulse

und an den Venen, die durch Inspection, Palpation und Auscultation wahrnehmbar sind, dauren auch während der Exspiration, also während der Intervalle der Inspiration comprimirter Luft, fort. Freilich lassen sich zuweilen bei genauerer Beobachtung Differenzen in der Intensität der einzelnen Erscheinungnn zwischen In- und Exspiration beobachten; niemals aber so verschiedene Phänomene, dass sie entgegengesetzten Wirkungen entsprechen. Der Puls bleibt gespannt und voll. Zuweilen erscheint er bei der Exspiration etwas grösser als gegen Ende der Inspiration, zuweilen in der Höhe der Welle unverändert oder etwas verkleinert. Die Venen sind bei In- und Exspiration gleich turgescent; die Herztöne in gleicher Weise verstärkt.

Dem Nachweis durch die directe Beobachtung entspricht die theoretische Deduction.

Lassen wir comprimirte Luft inspiriren, so wird, wie wir sahen, eine viel grössere Luftmenge in die Lungen eingeführt, als dem Grade der Luftcompression und dem Volumen der Lungen bei gewöhnlicher tiefer Einathmung entspricht. Lässt man nun in die gewöhnliche Atmosphäre exspiriren, so muss die in ihrem Volumen sehr vermehrte Lungenluft in einer gleichen Zeiteinheit ein gegen sonst nicht weiter gewordenes Ausflussrohr, die Bronchen und die Trachea, passiren. Dies muss nothwendigerweise den gleichen Effect haben, als ob nach gewöhnlicher Einathmung in comprimirte Luft hinein exspirirt würde. Jedenfalls kann man stets diesen Effect bewirken, wenn man schnell und tief exspiriren lässt, ihn dagegen abschwächen durch langsame Exspiration.

Nun werden wir im Folgenden sehen, dass die Exspiration in comprimirte Luft auf das Herz und die Blutcirculation einen analogen Effect ausübt wie die Inspiration comprimirter Luft. Es dauert demnach die bei der Inspiration beginnende Wirkung der comprimirten Luft auch während der Exspiration fort. Die Wirkung ist demnach continuirlich, möglicherweise in der einen Phase intensiver als in der anderen.

Es ist nicht einmal nothwendig, dass der Druckeffect während der Inspiration der comprimirten Luft stärker hervortritt als wäh-

rend der darauf folgenden Exspiration in die gewöhnliche Atmosphäre. Ich werde nämlich zeigen, dass bei der Exspiration schon viel geringere Compressionsgrade eine weit stärkere Druckwirkung hervorrufen als grössere bei der Inspiration. Lässt man deshalb Luft, die nicht sehr stark comprimirt ist, einathmen, so kann die Druckwirkung bei der Ausathmung, zumal wenn dieselbe sehr schnell und energisch geschieht, die der Einathmung sehr wohl überragen.

In der That beobachtete ich auch dem entsprechend gar nicht selten den Puls während der Exspiration härter und voller, die Venen strotzender werden als bei der Inspiration.

Im grossen und ganzen bethätigt sich demnach die Druckwirkung während des Gebrauchs der comprimirten Luft continuirlich in derselben Richtung.

Es fragt sich nun noch: wie lange hält sie nach dem Gebrauche noch an? Hier verlassen wir wieder den sicheren Boden der durch Theorie und Experiment in exacter Weise zu erforschenden Thatsachen. Hier tritt wieder unsere gewöhnliche auf Erfahrung sich gründende ärztliche Beobachtung in ihr Recht. Grösstentheils fand ich Folgendes:

Die erhöhte Spannung des Pulses und vermehrte Fülle des Arterienrohrs, gewöhnlich verbunden mit einer grösseren Pulswelle, dauerte meist nach dem Gebrauche der comprimirten Luft fort. Wie lange? kann ich nicht sagen. Jedenfalls ist die Zeitdauer ja nach dem Krankheitscharacter und der Individualität verschieden. Eine halbe bis eine Stunde nach dem Gebrauche der comprimirten Luft war die Wirkung meist noch wahrnehmbar. Es ist mir wahrscheinlich, dass mit dem häufigeren Gebrauche die Wirkung immer mehr andauernd wird. Wenigstens beobachtete ich häufig genug, zumal bei Herzkranken, eine dauernde Steigerung in der Spannung und Fülle des Pulses, derart, dass die Nachwirkung der vorhergehenden Sitzung noch nicht beendet war, als die folgende begann. Wenn die Cur lange genug gebraucht, so konnte oft auf Wochen und Monate eine Nachwirkung beobachtet werden.

Ich will mich nicht vermessen, dieses Factum ausgiebig zu

erklären, da hierzu genügende Anhaltspunkte fehlen. Nur möchte ich darauf hinweisen, dass meine Beobachtungen an chronisch Kranken gemacht sind, bei denen die Blutcirculation und Blutvertheilung pathologisch war. Ebenso wie die pathologische Blutvertheilung meist nicht plötzlich, sondern allmälig eingetreten ist, so kann sie auch durch mechanische Einwirkung — wo überhaupt noch eine solche erfolgreich ist — allmälig regulirt werden. Die Regelung kann mehr oder weniger lange Zeit anhalten, je nach dem vorliegenden Krankheitsprozess und je nach den noch fortdauernd einwirkenden Störungen. Endlich, wenn diese überwiegen, wird allmälig, oder bei einer acut sich geltend machenden Noxe plötzlich die krankhafte Blutvertheilung sich wieder ausbilden. Es herrscht hier dasselbe Verhältniss, wie bei der Wirkung anderer Medicamente. Wie lange über ihren Gebrauch hinaus sie bei chronisch Kranken ihre heilsame Nachwirkung entwickeln, hängt von so vielen verschiedenen, nicht vorher zu berechnenden Umständen ab, dass diese Frage gewöhnlich unerledigt bleiben muss.

Nur einen einzigen nicht unwichtigen Punkt kann ich mich nicht enthalten wenigstens zu erwähnen. Ich halte es nämlich für wahrscheinlich — exact beweisen kann ich es leider nicht — dass durch den Gebrauch der comprimirten Luft nicht nur der gestörte Blutlauf zeitweise regulirt wird, sondern dass auch die Herzmusculatur nachhaltig an Kraft gewinnt.

Wie ein jeder andrer Muskel durch tägliche methodische Uebung an Kraft und Volumen sich bereichert, so lässt sich dies in gleicher Weise vom Herzmuskel erwarten. Auch dieser wird, wie wir sahen, jedesmal während der Anwendung der comprimirten Luft zu stärkeren Contractionen, also zur erhöhten Thätigkeit, mechanisch angeregt und zu derselben gleichsam geübt. Diese Gymnastik des Herzmuskels — ein solcher Ausdruck mag mir gestattet sein — täglich regelmässig und methodisch fortgesetzt, muss höchst wahrscheinlich den Herzmuskel in seiner Structur und Leistungsfähigkeit kräftigen. Ob der Herzmuskel hierbei derart an Volumen zuzunehmen vermag, dass er allmälig mehr oder weniger hypertrophisch wird, bleibe dahin gestellt. Jedenfalls wird die Tendenz des Herzmuskels zu einer compensato-

rischen Hypertrophie, zumal wo dieselbe schon in natura bebesteht, durch die Anwendung der comprimirten Luft unterstützt werden. Ebenso können Störungen einer schon bestehenden Compensation durch die pneumatische Methode corrigirt werden.

Als Anhaltspunkt zur Stütze meiner Annahme kann ich nur anführen: erstens die nachhaltige Steigerung der Pulsspannung, und zweitens den damit zusammenhängenden, oft ausserordentlich eclatanten und längere Zeit andauernden therapeutischen Erfolg. In einigen Fällen konnte ich sogar auch durch die Percussion eine Verbreiterung der Herzdämpfung constatiren. Ich weiss, dass diese Beweise nicht genügen, um einen vollkommen sicheren Schluss zu begründen; sie mögen aber wohl ausreichend sein, um einen Wahrscheinlichkeitsschluss zu gestatten.

Nur unter der Annahme einer nachhaltigen Steigerung der Herzkraft scheint es mir leichter zu erklären, weshalb die Druckwirkung gewöhnlich auf längere Zeit den Gebrauch der comprimirten Luft überdauert. Ohne diese Annahme bleibt die Erklärung ungenügend.

Findet eine Steigerung der Herzkraft in Wirklichkeit statt, so wird dieselbe höchst wahrscheinlich die Musculatur sowohl der rechten wie der linken Herzhälfte und der Kammern sowohl wie der Vorkammern betreffen.

Nach der ersten Veröffentlichung meiner Beobachtungen „über die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats auf das Herz und die Blutcirculation“[1]) erschien von Dührssen in Mentone eine Entgegnung[2]), worin er die von mir ausgesprochenen Anschauungen bekämpft.

Ich muss zunächst dagegen protestiren, dass auf Grund theoretischer Deductionen Thatsachen, die von mir beobachtet sind, einfach negirt werden. Wenn meine mitgetheilten Thatsachen mit Dührssen's theoretischen Anschauungen nicht harmoniren, so hätte D. entweder meine Beobachtungen durch neue, ein entgegengesetztes Resultat ergebende widerlegen oder sie mit seiner Theorie in Einklang bringen müssen, anstatt sie einfach zu beseitigen. Gelang ihm dies nicht, so hätte er daran den-

1) Berliner klin. Wochenschrift No. 46. 47. 1873.
2) Deutsche Klinik No. 16. 1874.

ken müssen, dass seine mit der Erfahrung nicht übereinstimmenden Hypothesen wohl auf fehlerhafter Grundlage aufgebaut sein könnten.

In der That enthalten die theoretischen Beweisführungen Dührssen's wesentliche Irrthümer, welche zu den falschen Schlussfolgerungen Veranlassung boten. Dührssen giebt zwar zu, dass unter dem Einfluss der comprimirten Luft der Puls gespannter werden müsse, läugnet aber, dass er voller werde, und dass der Abfluss des Blutes aus den Venen ins rechte Herz eine Hemmung erleide. Ich kann unmöglich auf die Arbeit Dührssen's Punkt für Punkt eingehen, weil ich sonst schon ausführlich Erörtertes von neuem wiederholen müsste, und kann deshalb nur auf meine obige Darstellung verweisen, aus welcher die irrthümlichen Einwürfe Dührssen's sich von selbst erledigen.

Nur wenige Punkte muss ich besonders erwähnen. Dührssen giebt zu, dass unter dem Einfluss der comprimirten Luft die Durchmesser der zuführenden Venen sich verkleinern müssen, meint aber, dass dies compensirt werde dadurch, dass der Thorax sich über die Norm ausdehne, und der negative Lungendruck vermehrt werde. Ich habe dem gegenüber gezeigt, dass bei der Ausdehnung des Thorax mittelst der comprimirten Luft der negative Druck im Gegentheil herabgesetzt werde. Mag sich der Thorax ausdehnen, so weit wie er wolle, immerhin wird, wie Dührssen selbst zugiebt, der Durchschnitt der zuführenden Venen verkleinert sein, und deshalb muss mit Nothwendigkeit die in einer bestimmten Zeiteinheit durchfliessende Blutmenge ceteris paribus sich vermindern. Die grössere Ausdehnung des Thorax schafft keinen neuen Zufluss unbekannter Venen — wenigstens unterlässt Dührssen uns solche nachzuweisen —, sondern das Blut muss auf denselben Wegen wie früher zu ihnen passiren, und findet es diese Wege verengt, so wird eben weniger zufliessen.

Dührssen giebt ein solches Verhältniss selbst zu für den Fall, dass die Luftcompression so weit gesteigert wird, dass der negative Lungendruck in einen positiven verwandelt wird. Glaubt er, dass bei diesem Grade der Luftcompression plötzlich ein gewaltiger Sprung in ihrer Wirkung geschieht? Es widerspricht allen mathematischen und physicalischen Gesetzen, einen solchen Sprung für möglich zu halten. Die Wirkung muss sich vielmehr allmälig gradweise vollziehen je nach dem Grade der angewandten Luftcompression.

Wenn Dührssen meint, wir könnten bei der Anwendung der comprimirten Luft, wenn meine Annahme wahr wäre, zu einem Grade der Wirkung gelangen, mit dem der Kreislauf und das Leben überhaupt unverträglich wäre, so stimme ich ihm allerdings bei, wie meine früheren Deductionen zeigen. Dieser Fall kann aber nur dann eintreten, wenn eine so hochgradige Luftcompression verwandt wird, wie sie therapeutisch unzulässig ist. In einem solchen Falle würde der Kreislauf sofort plötzlich unterbrochen werden, sobald nämlich der intrathoracische Druck so weit in einen positiven verwandelt ist, dass derselbe der vis a tergo das Gleichgewicht hält und den Zufluss von Blut aus den Venen sistirt.

Bei der Anwendung geringerer Luftcompression dagegen kann ein solcher Fall nicht eintreten. Immer wird sich die zu- und abfliessende Blutmenge nur bis zu einem gewissen Grade verringern, bei welchem dann beide Herzhälften ganz gleiche Blutquanten enthalten. Eine Cumulation der Wirkung, gleichsam ein allmäliges Auspumpen des kleinen Kreislaufs in den grossen hinein, wie es sich Dührssen vorstellt, kann unmöglich stattfinden. Es kommt eben bald, wie ich gezeigt habe, zu einem Blutlauf-Gleichgewicht. Nur bei den ersten Systolen wird ein Missverhältniss zwischen der Blutmenge, welche in den Vorhof eintritt und aus dem linken Ventrikel ausfliesst, bestehen. Sehr bald wird dasselbe ausgeglichen sein, und es wird der grosse Kreislauf mehr Blut als früher, und der kleine um so viel weniger enthalten.

Dass die Blutvertheilung zwischen grossem und kleinem Blutlauf in dieser Weise verändert werden kann ohne Gefährdung des Lebens, wird doch sicherlich Dührssen zugeben; beruhen ja doch zahlreiche pathologische Veränderungen auf derartiger krankhafter Blutvertheilung, und wollen wir ja gerade durch die Anwendung der comprimirten Luft bei Kreislaufsstörungen diese auf mechanischem Wege beseitigen helfen.

Auf ähnlichen Irrthümern, wie die genannten, beruhen die Einwürfe Dührssen's gegen meine Deductionen über die Wirknng der verdünnten Luft auf das Herz und die Blutcirculation. Ich werde deshalb auf dieselben nicht wieder zurückkommen.

2. Exspiration in comprimirte Luft.

Schon bei gewöhnlicher Exspiration ist der negative Lungendruck erheblich niedriger, als bei der Inspiration. Es bedarf hier demnach nur einer viel geringeren Drucksteigerung der Athemluft, um den negativen Lungendruck noch erheblicher herabzusetzen oder ihn selbst in einen positiven zu verwandeln. Alle oben beschriebenen bei der Inspiration comprimirter Luft eintretenden Einwirkungen auf das Herz und die Blutcirculation machen sich deshalb bei der Exspiration in comprimirte Luft noch in viel höherem Maasse geltend, oder, was dasselbe ist, schon weit geringere Grade der Luftcompression bei der Exspiration vermögen einen gleichen Effect auf den Circulationsapparat auszuüben, wie höhere Grade bei der Inspiration.

Da die Exspiration in comprimirte Luft bisher therapeutisch noch nicht zur Anwendung gekommen ist, so kann ich mich bei der Beschreibung der einzelnen Erscheinungen, zumal dieselben

bei der Inspiration comprimirter Luft ausführlich dargelegt sind, sehr kurz fassen.

1. Der Druck im Aortensystem wird erhöht. Die Arterienwandungen sind gespannt. Der Puls ist hart. — Die Härte des Pulses tritt dem tastenden Finger selbst bei geringer Luftcompression schon ausserordentlich prägnant entgegen.
2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird gehemmt. Die Jugularvenen treten als dicke, gefüllte Stränge hervor, ähnlich wie beim Valsalva'schen Versuch.

Die schon bei gewöhnlicher Exspiration verminderte intrathoracische Aspirationskraft wird bereits durch eine geringe Drucksteigerung vernichtet werden können. Es tritt dann ein Moment ein, wo der Ausfluss des Blutes aus den Venen nur noch durch die vis a tergo bedingt wird. Wird der Druck für die Exspiration noch weiter erhöht, so wird derselbe endlich auch der vis a tergo, obgleich dieselbe durch Erhöhung des Drucks im Aortensystem verstärkt ist, das Gleichgewicht halten, und der Blutlauf wird dann plötzlich sistirt.

Oder in anderer Weise ausgedrückt: Durch die Luftcompression wird der Durchmesser der grossen Venenstämme, desgleichen auch des rechten Vorhofs während seiner Diastole, wenn auch der letztere in geringerem Grade, vermindert, und im Verhältniss zu dieser Volumverminderung wird weniger Blut aus den Venen ins rechte Herz abfliessen. Hat endlich die Compression einen solchen Grad erreicht, dass sie dem Druck des zufliessenden Blutes (vis a tergo) gleichkommt oder ihn übertrifft, so wird das Lumen der intrathoracischen Venen auf Null reducirt, es fliesst kein Blut mehr ab, und der Kreislauf steht still.

Hieraus ergiebt sich, dass schon allein wegen dieser Wirkung nur sehr niedere Grade der Luftcompression für die Exspiration überhaupt angewendet werden dürfen. Da, wie wir sahen, die Exspiration in comprimirte Luft ausserdem die Respiration sehr erheblich stört, so habe ich von ihr für die Therapie bis jetzt überhaupt noch keinen Gebrauch gemacht.

3. Unter dem erhöhten intrathoracischen Druck wird bei den ersten Systolen eine grössere Blutmenge ins Aortensystem eingepresst. Der Puls wird voller.

Bei den späteren Systolen wird zwar wegen geringeren Blutzuflusses zum Herzen weniger Blut als gewöhnlich mit jeder Systole in die Arterien eingepumpt. Die Arterien vermögen aber ihren einmal gewonnenen Ueberschuss nicht vollständig in die Capillaren und Venen zu entleeren, weil der Abfluss des Blutes aus den Venen gehemmt ist. Der Puls bleibt deshalb voll, die Arterien umfänglich.

4. Aus den letztgenannten Gründen wird die Pulswelle nur bei den ersten Systolen gross, bei den späteren kleiner erscheinen:

nur anfangs Pulsus magnus, der bald einem Pulsus parvus Platz macht.

5. Aus den beschriebenen Wirkungen folgt mit Nothwendigkeit, dass die Blutvertheilung im Organismus verändert ist:

Der kleine Kreislauf in den Lungen, desgleichen die Herz- und Vorkammern erhalten weniger Blut als gewöhnlich zugeführt. In dem Verhältniss, wie die intrathoracischen Organe von Blut entlastet werden, sammelt sich im grossen Kreislauf eine erhöhte Blutfülle an.

Entsprechend dem Grade der Luftcompression werden die intrathoracischen Venen und Arterien, Vorkammern und Herzkammern bis zu einem bestimmten Grade in ihrem Durchmesser verkleinert. Diesem Durchmesser angepasst, wird sehr bald ein Blutlauf-Gleichgewicht eintreten, bei welchem eben so viel resp. eben so wenig Blut mit jeder Systole des Ventrikels in die Arterien abfliesst, als Blut aus den Venen in die Vorkammer bei ihrer Diastole zuströmt.

Eine Cumulation der Wirkung, wodurch das Blut aus dem kleinen Kreislauf allmälig mehr und mehr in den grossen Kreislauf übergepumpt wird, kann hier eben so wenig stattfinden, wie bei der Inspiration comprimirter Luft. Nur wird bei der Exspiration in comprimirte Luft das Gleichgewicht weiter von der

Norm entfernt sein und näher derjenigen Grenze liegen, bei welcher der Blutlauf vollkommen sistirt ist, als dies bei der Inspiration comprimirter Luft von gleichem Compressionsgrade der Fall ist. Es bedarf für die Exspiration eines viel geringeren Grades der Luftcompression, um den Kreislauf gänzlich ins Stocken zu bringen.

6. Die Beobachtung der Pulsfrequenz giebt kein constantes exactes Resultat. Hier walten dieselben Umstände ob, die ich oben bei der Inspiration comprimirter Luft erwähnte. Liess ich gesunde Personen in comprimirte Luft ausathmen, so wurde der Puls meist schon für den tastenden Finger unregelmässig; die Unregelmässigkeit wurde deutlicher, je stärker die Luft comprimirt war ($^{1}/_{60}$ Atmosphärendruck). Wo es mir gelang, die Zahl der Pulsschläge während der Exspiration mit der während der Inspiration zu vergleichen, war es deutlich, dass sie während der ersteren beschleunigter war, etwa um 1 — 2 Pulsschläge während 5 Secunden. Während der Exspiration bei starker Luftcompression setzte auch der Puls zuweilen aus oder war wegen seiner Kleinheit schwer zu zählen.

Wurde der Puls während einer ganzen Minute, also fortlaufend sowohl während der Inspiration wie während der Exspiration, gezählt, so ergab sich bei den meisten meiner Beobachtungen eine Vermehrung der Pulsfrequenz bis zu 20 Schlägen in der Minute. In manchen Fällen, zumal bei geringeren Compressionsgraden, war eine Vermehrung der Pulsfrequenz deutlich überhaupt nicht zu constatiren, oder sie erschien selbst ein wenig verlangsamt[1]). Diese Verlangsamung erklärt sich wohl aus der geringeren Frequenz während der Dauer der Inspiration.

Wie inconstant und unsicher das Ergebniss der Pulsfrequenz ist, ergiebt sich gerade hier am besten aus den schon oben ci-

1) Die meiner ersten Publication zu Grunde liegenden wenig zahlreichen Untersuchungen schienen zu ergeben, dass eine Verlangsamung der Regel entspricht. Die späteren Beobachtungen zeigten jedoch, dass zumal bei stärkerer Luftcompression viel häufiger das Gegentheil eintritt Ich muss dies besonders erwähnen, um die Divergenz meiner obigen Auseinandersetzung gegen meine frühere Angabe zu erklären.

tirten[1]) entgegengesetzten Resultaten, zu welchen Weber und Donders beim Weber'schen Exspirationsversuche gelangten, welcher ja gerade der in Rede stehenden Exspiration in comprimirte Luft analog wirken muss. Meine Beobachtung, dass während des Actes der Exspiration in comprimirte Luft die Pulsfrequenz vermehrt ist, stimmt mit Donders gegen Weber überein.

Die Vermehrung der Pulsfrequenz steht im Einklang mit der Thatsache, dass einerseits, abgesehen von den ersten Systolen, weniger Blut mit jeder Systole in die Arterien einströmt und aus den Venen abfliesst, andererseits durch die Exspiration in comprimirte Luft der Lungengaswechsel gestört wird. Damit nämlich die Blutventilation trotz dieser Umstände genügend bleibe, wird die Blutlaufgeschwindigkeit durch den Einfluss des Nervensystems in der Weise erhöht, dass die Zahl der Herzcontractionen vermehrt wird.

Es ist indess auch erklärlich, dass bei geringen Graden der Luftcompression eine Erhöhung der Pulsfrequenz nicht nothwendig auftreten muss. Ist nämlich die Luft, in welche exspirirt wird, nur wenig verdichtet, so ist die Kohlensäureausfuhr bei der Ausathmung auch nur unbedeutend beeinträchtigt. Dagegen ist für die Inspiration, wie wir sehen werden, ein Ueberschuss von Luft in den Lungen und dadurch die Sauerstoffaufnahme erleichtert. Dieses Moment bei der Inspiration könnte im Stande sein, die kleine Störung der Blutbereitung bei der Exspiration auszugleichen oder selbst eine Uebercompensation herbeizuführen. Der letztere Fall würde diejenigen Beobachtungen erklären, bei welchen der Puls sich verlangsamt fand.

Ich verkenne nicht, mich hier auf dem Boden der Hypothese zu bewegen, und wäre nicht überrascht, wenn von anderen mir andere Hypothesen an ihrer Stelle entgegengehalten würden. Aber ich habe von vorn herein bemerkt, dass mit der Betrachtung der Pulsfrequenz das sichere physicalische Fundament aufhört, auf dem wir uns bis dahin in exacter Weise bewegt hatten. Für mich, der ich hauptsächlich die rein mechanischen und deshalb

---

1) Vergl. S. 245.

sicheren Wirkungen der comprimirten Luft zu erforschen suchte, ist das Moment der Pulsfrequenz verhältnissmässig irrelevant. Hier können inconstante und deshalb verschiedene Resultate den verschiedenen Beobachtern begegnen, hier kann es zu Streitfragen und verschiedenartigen Deutungen kommen, die ich für die rein mechanischen Wirkungen bei vorurtheilsfreier, sachgemässer Beurtheilung für ausgeschlossen halte.

7. Bei der Inspiration, welche auf die Exspiration in comprimirte Luft folgt, dauert die Druckwirkung und hiermit der Complex aller übrigen Erscheinungen (mit Ausnahme der Pulsfrequenz) in analogem Sinne wie während der Exspiration fort. Die mechanische Wirkung ist demnach continuirlich, nicht intermittirend.

Diese Thatsache ergiebt sich aus der directen Beobachtung am Puls, am Herzen und an den Venen. Sie findet ihre theoretische Erklärung in folgender Erwägung:

Am Ende der Exspiration in comprimirte Luft ist die Lunge mit Luft überfüllt und zwar mit Luft in einem bestimmten Compressionsgrade. Folgt nun eine forcirte tiefe Inspiration, so wird sich hierdurch zunächst die comprimirte Luft in den Lungen expandiren; gleichzeitig erfolgt aber eine Ansaugung neuer Luft von aussen, die zu der bereits vorhandenen hinzukommt. Es wird deshalb am Anfang der Inspiration nicht zu einer Luftverdünnung kommen, wie es sonst unter gewöhnlichen Umständen der Fall ist, und deshalb wird der negative Druck in den Lungen kleiner als sonst bei tiefer Inspiration. Diese Herabminderung des negativen Lungendrucks ist aber identisch mit der Wirkung der Inspiration comprimirter Luft von einem bestimmten Verdichtungsgrade.

Die Verminderung des negativen Lungendrucks hat demnach eben so wohl bei der Inspiration wie bei der Exspiration statt, und deshalb ist die Druckwirkung in beiden Phasen des Respirationsactes die gleiche, wenn auch dem Grade nach verschieden.

Was die Dauer der Nachwirkung nach Aufhör des Versuchs betrifft, so besitze ich darüber keine Erfahrungen, weil ich die Exspiration in comprimirte Luft nicht methodisch zu therapeutischen Zwecken angewendet habe.

3. Inpsiration verdünnter Luft.

Die Wirkung der verdünnten Luft auf den Circulationsapparat ist der der comprimirten Luft total entgegengesetzt, und zwar zeigen sich hier die Wirkungen am ausgesprochensten beim Acte der Inspiration, in geringerem Grade bei der Exspiration.

Wir sahen, dass schon bei normaler und besonders bei tiefer Inspiration der auf das Herz ausgeübte negative Lungendruck ein ziemlich beträchtlicher ist und zu dem regelmässigen Absinken der Pulscurve am Kymographion während der Inspiration Veranlassung giebt. Wir sahen ferner, dass neben dem Factor der Lungenelasticität es hauptsächlich die Luftverdünnung in den Lungen ist, welche das Absinken des intrathoracischen Druckes bedingt. Verdünnen wir nun die Luft in den Lungen noch mehr, indem wir verdünnnte Luft inspiriren lassen und den Lungen ein unverhältnissmässig viel geringeres Luftquantum, wie ich evident bewiesen[1]), für ihre tiefe Inspirationsstellung darbieten, als sie bedürfen, so wird der negative Lungendruck noch viel beträchtlicher vermehrt.

Es wird also während der Inspiration verdünnter Luft der intrathoracische Druck herabgesetzt, und zwar unter dasjenige Maass, welches bereits bei gewöhnlicher tiefer Inspiration in freier Atmosphäre sich geltend macht. Der Grad der Druckherabsetzung wird abhängen von dem Grade der angewandten Luftverdünnung, und wird diese bis zu einer gewissen extremen Grenze gesteigert, so tritt ein so bedeutendes Herabsinken des Druckes ein, wie wir es im Johannes Müller'schen Experimente, d. h. beim tiefen Einathmen mit aufgehobener Luftzufuhr, beobachten, und welches, wie wir sahen, mit der weiteren Fortdauer der Blutcirculation unverträglich ist.

Die Herabsetzung des intrathoracischen Druckes muss mit Nothwendigkeit einen mechanischen Einfluss auf alle im Brustkorb eingeschlossenen Organe, namentlich auf das Herz und die Gefässe, ausüben. Die mechanischen Wirkungen der verdünnten Luft auf das Herz und die grossen Gefässe lassen sich, da sie mit der

1) Vergl. S. 214.

eisernen Nothwendigkeit physicalischer Gesetze eintreten müssen, theoretisch a priori berechnen. Diese theoretische Berechnung führte ich aus und prüfte sodann, ob die experimentelle Beobachtung mit den Ergebnissen derselben übereinstimmt. Die Harmonie zwischen Theorie und Praxis erwies sich denn auch als die vollkommenste, die denkbar ist.

1. Durch die Inspiration verdünnter Luft wird die Arbeit des Herzens erschwert, dadurch die Herzkraft für die Systole herabgesetzt und in Folge dessen der Druck im Aortensystem vermindert.

Wir haben schon früher die Wirkung des negativen Lungendrucks auf das Herz bei gewöhnlicher tiefer Inspiration bildlich so dargestellt, dass gleichsam ein Zug oder eine Zerrung der Herzwandungen nach aussen stattfindet, welche der Entwicklung einer vollständigen Contraction hemmend in den Weg tritt. Durch die Einathmung verdünnter Luft wird dieser gleichsam ansaugende Zug nach aussen, welcher das Herz zu vergrössern strebt, noch verstärkt und die Contraction bei der Systole noch weiter gehemmt. Es geht auf diese Weise für die Arbeit des Herzens ein gewisser Antheil der ursprünglichen Kraft verloren, welcher zur Ueberwindung der abnormen, durch die Luftverdünnung in den Lungen gesetzten Widerstände aufgewendet werden muss. Dieser Kraftverlust muss sich im Arteriensystem durch Herabsetzung des Druckes in demselben documentiren und muss sich am Pulse dadurch zeigen, dass das Arterienrohr weniger gespannt erscheint.

In der That fand ich regelmässig, sowohl bei Gesunden wie bei Kranken, während der Inspiration der verdünnten Luft die Arteria radialis weniger gespannt, leichter zusammendrückbar, somit einen Pulsus mollis.

Ist der Verdünnungsgrad der inspirirten Luft ein sehr beträchtlicher (bei gesunden kräftigen Personen $^1/_{60}$ Atmosphärendruck und mehr — bei schwächeren genügt schon $^1/_{100}$ bis $^1/_{80}$ Atmosphärendruck), so kann die Arterie den niedrigsten Grad der Spannung, der jemals am Krankenbette beobachtet wird, für den tastenden Finger erreichen.

Hier tritt zugleich häufig ein Phänomen ein, welches gleich-

falls als ein Zeichen verminderter Spannung des Arterienrohrs nach den feststehenden Untersuchungen zu betrachten ist, nämlich eine auffallende Dikrotie des Pulses.

Am eclatantesten und fast constant tritt der Pulsus dikrotus an den sphygmographischen Curven hervor (vergl. später); aber auch für den tastenden Finger ist er gar nicht selten deutlich wahrnehmbar.

Beim Auscultiren der Herztöne unterscheidet man oft in unzweifelhafter Weise, dass dieselben während des Gebrauchs der verdünnten Luft leiser, d. h. abgeschwächt gehört werden.

Wird die Luftverdünnung bis zu einem gewissen Extrem gesteigert — die Grenze dieses Extrems liesse sich durch Experiment feststellen, sie ist bei verschiedenen Individuen verschieden — so wird der Kraftverlust, welchen das Herz für seine Arbeit erleidet, endlich so bedeutend, dass die noch übrig bleibende Herzkraft entweder gleich Null oder doch so klein ist, dass sie eine Systole überhaupt nicht mehr zu Stande bringen kann. Ist dieser Punkt erreicht, so wird die Circulation vollkommen sistirt, und es muss nothwendig sofort Scheintod oder Tod eintreten.

Wir haben somit in der verdünnten Luft ein nicht minder heroisches Mittel wie in der comprimirten Luft. Vorsichtige Dosirung ist deshalb dringend geboten.

2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird während des Gebrauchs der verdünnten Luft erleichtert und dadurch eine grössere Blutmenge dem Herzen zugeführt.

Wir wissen, dass schon auf den normalen Blutlauf der negative intrathoracische Druck einen erheblichen Einfluss äussert, indem mit Hülfe desselben Blut aus den grossen Venenstämmen in das Herz aspirirt und somit die Blutcirculation zunächst direct in den Venen und mittelbar auch in den Capillaren und Arterien, durch Entlastung derselben, unterstützt wird. Mit der Steigerung des negativen intrathoracischen Druckes, wie sie bei der Inspiration verdünnter Luft stattfindet, wird auch die Kraft zur Aspiration des Venenblutes gesteigert, und die grossen Venenstämme

und mit ihnen auch die kleineren zuführenden Venen müssen sich leichter und vollständiger entleeren.

Zwar kommt andererseits ein Moment hinzu, welches die Blutcirculation in den Venen verzögert, nämlich der herabgesetzte Druck in den Körperarterien, d. h. die verringerte vis a tergo. Aber dieses Moment, wenn es auch einem Theil der vermehrten Aspiration das Gleichgewicht hält, vermag doch nicht dieselbe vollständig zu compensiren. Entsprechend dem verminderten Luftdruck müssen die Durchmesser der intrathoracischen Venen ebenso wie die der grossen Arterien, der Herzkammern und Vorkammern an Lumen zugenommen haben, und in dem Verhältniss, wie dies geschehen ist, muss auch in einer gleichen Zeiteinheit durch einen Durchschnitt derselben mehr Blut als zuvor fliessen, und dasselbe muss auf jedem Durchschnitt des kleinen Kreislaufs der Fall sein. Um so viel wie nun die intrathoracischen Körpervenen umfänglicher als zuvor geworden sind, um so viel aspiriren sie mehr Blut.

Dass dies in Wirklichkeit der Fall ist, bestätigt die Inspection des Halses während des Gebrauchs der verdünnten Luft. Die Jugularvenen collabiren, und selbst, wo sie normal ziemlich stark prominiren, werden sie während des Versuchs mehr oder weniger undeutlich für das Auge wahrnehmbar.

3. Während der Inspiration verdünnter Luft wird die Blutfülle im Aortensystem vermindert. Die Arterien erscheinen weniger umfänglich. Der Puls wird leer.

Die Herabsetzung der Herzkraft während der Systole und der Widerstand, welcher sich einer vollkommenen Verkleinerung des Herzens entgegensetzt, muss nothwendig die Blutmenge, welche durch die Systole des Ventrikels in die Arterien hineingepumpt wird, vermindern. Diese Blutverminderung wird hauptsächlich die ersten Ventrikelsystolen betreffen, während welcher durch das in vermehrter Menge aspirirte Venenblut noch nicht das dem linken Ventrikel während seiner Diastole zuströmende Blutquantum vermehrt ist. Aber selbst wenn dieser letztere Zustand bereits eingetreten, wird die geschwächte Herzkraft noch viel weniger im Stande sein, die nunmehr vermehrte Blutmenge mittelst der Contraction vollständig zu entleeren, und es ist wahr-

scheinlich, dass auch jetzt noch — auch nach eingetretenem Blutlaufgleichgewicht — fortdauernd das in die Arterien einfliessende Blut an Quantität vermindert bleibt.

Die Untersuchung des Pulses bestätigt vollständig diese Erwägung. Das Arterienrohr erscheint eng, wenig umfänglich und wenig gefüllt. Zuweilen bemerkt man deutlich eine Schlängelung des Arterienrohrs, als Folge der geringen Füllung.

Wird die Luftverdünnung bis zu einem hohen Grade gesteigert — bis ca. $^1/_{30}$ Atmosphärendruck bei kräftigen Personen; bei schwächlichen Personen genügt ein viel geringerer Druck —, so wird das Arterienrohr allmälig so eng und leer, dass es fadenförmig erscheint: Pulsus filiformis.

4. Dadurch dass mit der Systole weniger Blut als normal in die Arterien einströmt, wird die Höhe der Pulswelle vermindert; der Puls erscheint kleiner: Pulsus parvus.

Auch dieses Phänomen erkennt der tastende Finger sehr deutlich. Die Kleinheit des Pulses tritt um so mehr hervor, je stärker die Luftverdünnung. Ist diese letztere sehr bedeutend, so erscheint der Puls kaum noch fühlbar: Pulsus insensibilis.

Die Kleinheit des Pulses ist nur bei starker Luftverdünnung sehr deutlich, was aus folgender Erwägung erklärlich wird. Die Arterien sind nämlich, wie wir sahen, weniger gespannt und in geringem Grade gefüllt. Wird nun in ein derartiges wenig gefülltes und wenig gespanntes Arterienrohr bei der Systole neues Blut eingepumpt, so wird dasselbe eine höhere Welle erzeugen, als es bei gefüllter und gespannter Arterie vermocht hätte; oder mit anderen Worten, eine kleinere Blutmenge, die zufliesst, macht unter den bewandten Umständen einen grösseren Puls, als unter normalen Verhältnissen.

5. Die Vertheilung des Blutes im Organismus wird verändert und zwar derart, dass die im Thorax eingeschlossenen Organe, in specie beide Vor- und Herzkammern, so wie der kleine Kreislauf in den Lungen mehr Blut als zuvor erhalten, dagegen der grosse Kreislauf des übrigen Körpers um eben so viel Blut entlastet wird.

Diese Thatsache ist eine unmittelbare Consequenz der früheren Ergebnisse.

Sobald mehr Blut als gewöhnlich aus den Venen in die rechte Vorkammer abfliesst und dazu noch weniger Blut aus dem linken Ventrikel ins Aortensystem ausströmt, muss nothwendig dieses letztere blutärmer werden und ein entsprechend grösserer Blutreichthum den Brustorganen zu gute kommen.

Die Entlastung des grossen Kreislaufs wird eben so wohl die Arterien, in welche weniger Blut einfliesst, wie die Venen, welche mehr Blut abgeben, so wie endlich auch die Capillaren, welche weniger erhalten und mehr verlieren, betreffen[1]).

Die Blutfülle im Thoraxraum wird gleichfalls alle Theile desselben beeinflussen. Durch die Herabsetzung des intrathoracischen Druckes werden sowohl die zur rechten Herzhälfte führenden Körpervenen, so weit sie innerhalb des Brustkastens verlaufen, so wie auch die Lungenvenen in ihrem Durchmesser erweitert. Dasselbe geschieht, wenn auch in geringerem Grade, mit den grossen intra thoracem gelegenen Arterienstämmen, endlich auch, aber dies viel weniger erheblich, mit den Vorkammern und in geringstem Maasse mit den Herzkammern. Der grössere Durchmesser der Ventrikel und Atrien im Verhältniss zu dem der Venen und Arterien bewirkt bereits bei einer ihn treffenden geringeren Erweiterung einen gleichen Effect für die Volumvermehrung, wie eine stärkere Erweiterung der Gefässe. Alle die genannten Organe führen demnach in diesem Zustande im Verhältniss zu ihrer Erweiterung mehr Blut als zuvor, und dem entsprechend muss jeder Gefäss- und Capillardurchschnitt zwischen rechter und linker Herzhälfte, d. h. also die Lunge, gleichfalls mehr Blut als vor der Anwendung der verdünnten Luft enthalten.

Dieser Zustand ist der des Blutlaufgleichgewichts, angepasst dem jeweiligen Verdünnungsgrade der Lungenluft und der davon abhängenden Erweiterung der Gefässdurchmesser. Dieses Gleichgewicht des Blutlaufs wird schon nach Ablauf einiger we-

---

1) Ich erinnere bei dieser Gelegenheit an die alten Beobachtungen Hammernik's, welcher durch Experimente nachwies, dass schon bei der gewöhnlichen tiefen Inspiration das Volumen der Extremitäten, in specie des Armes sich vermindert. Vergl. Ludwig's Physiologie. 2. Aufl. Bd. II. S. 180. Leipzig und Heidelberg 1861. Winter'sche Buchhandlung.

niger Systolen erreicht sein, wobei dann das gleiche Quantum Blut die rechte wie die linke Herzhälfte passirt, und eben so viel Blut die Aorta verlässt, wie in den rechten Vorhof einströmt. Eine cumulative Wirkung, d. h. ein dauerndes Auspumpen aus dem grossen Kreislauf in den kleinen kann unmöglich stattfinden, weil eben nicht die mechanische Kraft sich cumulirt, sondern constant bleibt. Der Kreislauf wird durch dieselbe gleichsam für die Dauer ihrer Wirkung in ein verändertes mechanisches Gleichgewicht eingestellt.

Je grösser die angewandte Luftverdünnung ist, um so grösser wird der erweiternde Zug auf die intrathoracischen Gefässe und auf die Herzkammern und Arterien, und um so weiter entfernt sich das künstlich hergestellte mechanische Gleichgewicht von der Norm. Wird eine gewisse Grenze der Luftverdünnung überschritten, so wird endlich der kleine Kreislauf so sehr mit Blut überlastet, dass die Circulation damit unverträglich ist. Dass es hier sehr leicht zu einer Haemoptoë kommen kann, ist begreiflich.

Wollen wir auch hier uns eines Vergleichs bedienen, so können wir die Wirkung der verdünnten Luft dahin formuliren, dass sie den gleichen Effect hat wie ein depletorischer Aderlass im grossen Kreislauf, nur dass das entzogene Blut nicht verloren geht, sondern dem kleinen Kreislauf zu gute kommt. Oder mit anderen Worten: die verdünnte Luft bewirkt einen grösseren Blutreichthum der Lungen auf Kosten des übrigen Körpers.

6. Bei der Pulsfrequenz hört, wie wir schon früher[1]) ausführten, die directe mechanische Wirkung und somit auch das constante untrügliche Resultat auf. Indess ist doch hier das Ergebniss regelmässiger als bei der comprimirten Luft.

Bei der Inspiration verdünnter Luft, sobald der Grad der Luftverdünnung kein sehr beträchtlicher ist, wird die Pulsfrequenz grösstentheils vermehrt, und zwar bei kräftigen Personen oft kaum deutlich nachweisbar oder nur um wenige Schläge

1) Vergl. oben S. 243.

in der Minute, bei schwächlicheren Personen um 10—20 Schläge und mehr. (Es ist hierbei der Puls während der Exspiration mitgezählt.) Ist die Luftverdünnung eine sehr erhebliche — $^1/_{60}$ Atmosphärendruck und mehr bei kräftigen Personen, bei schwächlichen zuweilen schon bei $^1/_{80}$ Atmosphärendruck —, so wird der Puls während des Actes der Inspiration unregelmässig, setzt auch zeitweise aus, und ist deshalb so wie ganz besonders wegen der Kleinheit der Pulswelle schwer oder gar nicht zählbar.

Die Erhöhung der Pulsfrequenz erklärt sich — ganz abgesehen von dem sehr wichtigen Momente der Muskelanstrengung, welche bei der Inspiration verdünnter Luft nicht unerheblich aufgewendet wird — einerseits aus der verminderten Blutmenge, welche mit jeder Systole ins Aortensystem einströmt, andererseits aus der mangelhaften Sauerstoffzufuhr bei der Einathmung. Soll unter diesen beiden hemmenden Umständen dennoch die Versorgung des Körpers und namentlich der Medulla mit genügend oxygenirtem Blute erfolgen, so muss von Seiten des Nervensystems der Blutlauf beschleunigt, d. h. die Zahl der Herzcontractionen vermehrt werden — da ja der zweite Factor für die Blutgeschwindigkeit, nämlich das mit jeder Systole ausströmende Blutquantum, unter dem mechanischen Einfluss stehend, sich dem Nerveneinfluss entzieht.

Bei geringen Graden der Luftverdünnung werden wahrscheinlich vermittelst der vermehrten Herzcontractionen die oben genannten hemmenden Momente compensirt werden können. Bei stärkerer Luftverdünnung dagegen wird das Herz eine solche Compensation wahrscheinlich nicht mehr zu bewirken vermögen, und ist eine gewisse Grenze erreicht, so arbeitet sich das Herz vergeblich ab, der Puls wird unregelmässig, aussetzend und dann nicht mehr zählbar. — Für die Therapie werden wohl immer diese hohen Grade der Luftverdünnung zu vermeiden sein.

7. Die Wirkung der verdünnten Luft dauert auch während der auf die Inspiration folgenden Exspiration an.

Bei der Inspiration verdünnter Luft wird, wie wir beobachteten[1]),

1) Vergl. oben S. 214 ff.

obgleich die Lungen sehr ausgedehnt sind, ihnen doch nur eine unverhältnissmässig kleine Luftmenge zugeführt. Wird nun hierauf exspirirt, so hat eine kleinere Menge Luft in der gleichen Zeiteinheit durch die Bronchen zu entweichen, und der Effect muss deshalb der gleiche sein, als ob in verdünnte Luft hinein exspirirt würde. Hier kann der Effect durch möglichst langsames Ausathmen noch verstärkt werden.

Nun werden wir sehen, dass die Exspiration in verdünnte Luft eine analoge mechanische Wirkung ausübt, wenn auch in geringerem Grade, wie die Inspiration verdünnter Luft. Der mechanische Effect der Luftverdünnung wird also auch während der Exspiration fortdauern, wenn auch weniger hochgradig als bei der voraufgegangenen Inspiration. Wir haben also auch hier keine intermittirende, sondern eine continuirliche Druckwirkung.

Am Pulse und an den Venen wird dieses Verhalten durch die directe Beobachtung bestätigt, auch hier zeigen sich jedoch, der Theorie entsprechend, die einzelnen Erscheinungen bei der Inspiration ausgeprägter als bei der Exspiration. Je stärker der Grad der angewandten Luftverdünnung, um so erheblicher ist die Differenz zwischen den beiden Phasen der Athmung.

Wie lange nach der Benutzung des Verfahrens noch die mechanische Nachwirkung andauert, vermag ich nicht anzugeben. Ich hatte bisher keine Gelegenheit, die Inspirationen verdünnter Luft für sich allein anzuwenden, da ich dieselben hauptsächlich bei Erkrankungen der rechten Herzhälfte für indicirt halte und keine derartigen Erkrankungen in meine Behandlung kamen. Wo ich sie bei Erkrankungen des Respirationstractus in Anwendung zog, benutzte ich gleichzeitig stets auch die Inspirationen comprimirter Luft, und habe deshalb kein sicheres Urtheil über die Nachwirkung jedes der einzelnen Factoren. Aus der Analogie mit der comprimirten Luft lässt sich jedoch auch für die verdünnte Luft a priori annehmen, dass ihre Nachwirkung nicht minder anhaltend sein muss, als wie ich bei der comprimirten Luft zu constatiren in der Lage war. Die Erklärung einer solchen Nachwirkung wird die gleiche sein wie bei der comprimirten Luft, und kann ich deshalb auf das hierbei Erörterte verweisen.

Ob auch durch die Inspiration verdünnter Luft eben so wie durch die der comprimirten eine andauernde Steigerung der Herzkraft, und selbst eine compensatorische Hypertrophie des Herzmuskels hervorgerufen werden kann, dürfte als wahrscheinlich zu bejahen sein. Durch die verdünnte Luft werden dem Herzmuskel in seiner Thätigkeit abnorme Widerstände entgegengesetzt, die er überwinden lernen muss. Bekanntlich aber gewinnt ein Muskel, dadurch dass er Widerstände zu überwinden geübt wird, an Kraft und Volumen. Ebenso wie die Inspiration verdünnter Luft ein gymnastisches Kräftigungsmittel für die Respirationsmuskeln ist, indem sie dieselben durch abnorme Widerstände zu verstärkter Thätigkeit ausbildet, in ganz gleicher Weise muss sie naturgemäss auch eine Gymnastik des Herzmuskels darbieten. Beide Herzkammern und beide Atrien werden in gleichem Maasse an der Gymnastik betheiligt sein, weil sie alle mit den gleichen Widerständen bei ihren Systolen zu kämpfen haben.

Freilich wird es bei allem dem nothwendig sein, dass das Maass der Gymnastik der individuellen Herzkraft angepasst ist. Zu grosse Widerstände, d. h. im speciellen Falle zu starke Luftverdünnung, können leicht das entgegengesetzte Resultat herbeiführen, nämlich den Muskel ermüden, anstatt ihn zu üben.

4. **Exspiration in verdünnte Luft.**

Bei der Exspiration in verdünnte Luft machen sich die gleichen Erscheinungen am Circulationsapparat geltend, wie bei Inspiration verdünnter Luft, jedoch in viel weniger hohem Grade. Schon bei normaler Exspiration ist der Lungendruck erheblich weniger negativ als bei der Inspiration. Wird nun noch in verdünnte Luft hinein exspirirt, so werden, wie meine früheren Versuche ergaben, die Lungen über ihr gewöhnliches Maass retrahirt, indem ein Theil der Residualluft ihnen entzogen wird. Derjenige Theil des negativen Druckes, der durch die Lungenelasticität bewirkt wird, vermindert sich deshalb bei der Exspiration in verdünnte Luft, und um diese Differenz — nämlich den Unterschied

des Elasticitätscoefficienten von tiefer Inspiration bis zur forcirten Retraction — wird demgemäss die Wirkung auf den Circulationsapparat bei der Exspiration in verdünnte Luft kleiner sein als bei der Inspiration verdünnter Luft. Es kommt deshalb auch hier zwar zu jenen Erscheinungen im Kreislauf, die bei der Inspiration verdünnter Luft beschrieben sind, jedoch in viel weniger beträchtlichem Grade; oder was auf das Gleiche hinauskommt, um hochgradigere Erscheinungen am Circulationsapparat hervorzurufen, bedarf es bei der Exspiration viel stärkerer Luftverdünnung als bei der Inspiration. Indess genügt doch eine Verdünnung von $^1/_{30}$ Atmosphäre und mehr, um die Erscheinungen mit grosser Prägnanz hervortreten zu lassen. Die Ergebnisse sind auch hier kurz folgende:

1. Der Druck im Aortensystem wird herabgesetzt. Die Arterien sind weniger gespannt, leichter zusammendrückbar. Der Puls ist weich.
2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird erleichtert und dadurch eine grössere Blutmenge dem Herzen zugeführt.

Die Inspection des Halses ergiebt, dass die Jugularvenen während der Exspiration in verdünnte Luft collabiren, während sie bei gewöhnlicher Exspiration in die Atmosphäre mehr hervorzutreten pflegen.

3. Die Blutfülle im Aortensystem wird vermindert. Die Arterien erscheinen weniger umfänglich, der Puls wird leer.
4. Dadurch, dass mit jeder Systole weniger Blut als normal ins Aortensystem abfliesst, wird die Pulswelle niedriger: Pulsus parvus.
5. Die Blutvertheilung im Organismus wird derart verändert, dass die intrathoracischen Organe mehr Blut zugeführt erhalten, dagegen der grosse Kreislauf um eben so viel Blut entlastet wird.

Auch hier tritt sehr bald ein Blutlaufgleichgewicht ein, entsprechend dem durch den verminderten intrathoracischen Druck vergrösserten Querdurchmesser der intra-

thoracischen Venenstämme, Arterien, Vorkammern und Herzkammern.

6. Was die Pulsfrequenz betrifft, so gelangte ich — den früheren Erörterungen[1]) gemäss — zu keinem constanten Resultat. Grösstentheils zeigte sie sich vermehrt, selten aber in sehr erheblichem Maasse, meist nur um wenige — etwa bis 10 Schläge — in der Minute. Auch trat die Pulsbeschleunigung regelmässig nur bei stärkerer Luftverdünnung (ca. $^1/_{40}$ Atm.-Druck und mehr) ein, während bei geringeren Graden der Luftverdünnung häufig die Pulsfrequenz von der normalen sich nicht merklich unterschied. Wo eine Vermehrung der Pulsfrequenz beobachtet wurde, dauerte sie während Inspiration und Exspiration an, und sie war während der ersteren nicht weniger, oft sogar, wie es schien, mehr ausgeprägt als während der letzteren.

Die Personen, welche ich zu den in Rede stehenden Versuchen wählte, waren gesund, kräftig und derart an diese Experimente gewöhnt, dass ihre Pulsfrequenz durch die psychische Erregung während des Versuchs nicht merklich beeinflusst wurde. Ungewöhnte Personen geben für die Pulsfrequenz kein brauchbares Resultat, weil meist schon durch die dem Versuch vorausgehenden Manipulationen und die nervöse Erregung, welche dieselben begleitet, der Puls mehr oder weniger beschleunigt wird. Eben so findet man bei schwächlichen, namentlich sehr erregbaren Personen und ganz besonders bei Kranken meist eine viel erheblichere Pulsbeschleunigung, als oben angegeben; es ist hierbei aber schwer zu sagen, was auf Rechnung verdünnter Luft, was auf die der nervösen Erregung kommt.

Die Pulsbeschleunigung bei starker Luftverdünnung glaube ich in höherem Grade auf Rechnung der auf die Exspiration folgenden Inspiration (vergl. ad 7) als auf die Exspiration selbst setzen zu dürfen. Bei der Exspiration in verdünnte Luft wird nämlich die Lungenventilation erhöht, und dadurch das Bedürfniss zur Beschleunigung des Blutlaufs herabgesetzt. Nun ist aber die mit jeder Systole in die Aorta einströmende Blutmenge verrin-

1) Vergl. oben S. 243.

gert und dadurch das genannte Bedürfniss vermehrt. Beide entgegenstehende Factoren mögen sich bei geringen Graden der Luftverdünnung leicht nahezu compensiren und dadurch die Pulsfrequenz unbeeinflusst lassen. Bei höheren Graden dagegen scheint der zweite Factor zu überwiegen und den Puls zu beschleunigen. Besonders aber wird eine Pulsbeschleunigung bei der auf die Exspiration folgenden Inspiration sich geltend machen, weil hier nicht mehr beide Factoren einander entgegenwirken, sondern gemeinsam zur Vermehrung der Blutlaufgeschwindigkeit beitragen.

7. Während der Inspiration dauert die Wirkung der verdünnten Luft fort, und somit ist die Wirkung nicht intermittirend, sondern continuirlich.

Bei der Exspiration in verdünnte Luft werden nämlich, wie wir sahen, die Lungen über die Norm retrahirt; es wird ihnen ein Theil der Residualluft entzogen, und die zurückbleibende Luft ist im gleichen Zustande der Verdünnung wie die Luft, in welche exspirirt wurde. Die nun folgende Inspiration findet demnach abnorm wenig Luft in den Lungen rückständig und hat dafür einen abnorm grossen Raum — Raum für die vitale Capacität plus einem Theil des Residualraums — mit frischer Luft zu versorgen. Da nun die zuführenden Bronchien gegen die Norm nicht erweitert sind, so vermögen sie auch nicht in der gleichen Zeiteinheit Luft genug zuzuführen, um den Luftmangel sofort zu decken. Es bleibt demnach die Lungenluft auch während der Inspiration noch im Zustand abnormer Verdünnung, und wir sehen demnach die Wirkungen der verdünnten Luft auf das Herz, die ja bei In- und Exspiration analog sind, auch während der Inspiration fortbestehen.

Durch eine schnelle, sehr tiefe, aber nur kurze Zeit andauernde Inspiration kann die Wirkung gesteigert werden. Diese Steigerung kann so beträchtlich werden, dass die Wirkung der verdünnten Luft bei der Inspiration — also in den Intervallen zwischen den Exspirationen — hochgradiger wird als bei der Exspiration selbst; denn wir sahen ja, dass für die Inspiration verdünnter Luft weit geringere Grade der Luftverdünnung zur

Hervorrufung einer erheblichen Wirkung ausreichen, als bei der Exspiration in verdünnte Luft.

Umgekehrt kann die Wirkung auf den Circulationsapparat erheblich abgeschwächt werden, wenn man auf die Exspiration eine allmälige, langsame, aber doch tiefe Inspiration folgen lässt. Hier ist Zeit genug vorhanden, damit bei der Inspiration der Luftmangel sich ausgleiche, und es kommt dann nicht zu einer so beträchtlichen Luftverdünnung bei der Einathmung.

Man hat demnach in diesem Umstand ein Mittel, die Wirkung auf das Herz und die Circulation zu verstärken oder abzuschwächen. Lässt man in nicht allzu stark verdünnte Luft exspiriren — d. h. wendet man die Luftverdünnung von etwa $^1/_{60}$ Atmosphärendruck an, wie ich sie am häufigsten benutze — so ist ja überhaupt die Wirkung auf die Circulation, wie ich oben erörtert, während der Ausathmung eine geringfügige. Lässt man nun darauf langsam und allmälig tief inspiriren, so wird auch die Druckwirkung (besser Zugwirkung) während der Inspiration abgeschwächt, und man kann auf diese Weise die Wirkung auf das Herz und die Circulation auf einen sehr unbedeutenden Grad reduciren. Dies ist besonders wichtig für Emphysematiker, bei denen man die Exspiration in verdünnte Luft anwendet, um auf die Lungen zu wirken, und bei denen man die Wirkung auf das Herz und die Circulation vermeiden will.

Was die Nachwirkung auf den Circulationsapparat betrifft, so habe ich hierüber keine Erfahrungen, weil ich therapeutisch die Expirationen in verdünnte Luft niemals gegen Circulationskrankheiten, sondern immer nur gegen Emphysem angewendet und deshalb das so eben angedeutete Verfahren zur Verhinderung eines stärkeren Effects auf den Circulationsapparat ausgeübt habe.

Soll ich dennoch hinzufügen, was ich bei Emphysematikern beobachtete, so ergab sich meist, dass die Pulsfrequenz während und unmittelbar nach dem Gebrauche der verdünnten Luft gewöhnlich vorübergehend gesteigert wurde und sodann, zumal wenn sie früher beschleunigt war, sich merklich verlangsamte. Diese Pulsverlangsamung blieb nachhaltig bestehen. Desgleichen wurde

ein kleiner und leerer Puls unter der pneumatischen Behandlung meist grösser und voller; auch die Arterienspannung näherte sich mehr der Norm.

Aber alle diese Erscheinungen, dies muss ich hervorheben, setze ich nicht auf Rechnung einer direct auf den Circulationsapparat ausgeübten Wirkung, sondern schreibe sie dem heilsamen Einfluss auf die Respiration zu, welche mittelbar auch die Circulation regulirt.

Experimente mit elastischen Membranen.

Die Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft auf das Herz und die Blutcirculation, wie ich sie im im Vorstehenden entwickelt, scheinen mir so evident, und die Theorie steht in so vollständigem Einklang mit den Ergebnissen des Experiments und der Praxis, dass mir im Grunde genommen jede weitere Beweisführung zur Stütze meiner Anschauungen überflüssig zu sein scheint.

Es sind mir jedoch zuweilen bei Unterredungen mit Collegen, bei denen man eine gewisse physicalische Vorbildung voraussetzen durfte, Einwände begegnet, welche die physicalischen Grundlagen, auf die ich mich stützte, bemängelten. Ich habe nun freilich weder den Beruf noch die Pflicht, auf alle möglichen und unmöglichen Einwände, die auf mangelhafter physicalischer Anschauung beruhen, zu antworten, und muss es ertragen, wenn derartige Einwände, die oft mehr einer persönlichen Charactereigenschaft als einem wissenschaftlichen Bedürfniss entstammen, bei gleichgesinnten gläubigen Nachbetern ein Echo finden.

Dennoch habe ich es unternommen, noch eine Reihe von Experimenten an elastischen Membranen anzustellen, die ich im Folgenden mittheile. Ich that es, obgleich überzeugt, dass sie überflüssig sind, um noch nach einer neuen Richtung hin das Fundament, auf welchem sich meine Schlussfolgerungen aufbauen, zu stützen.

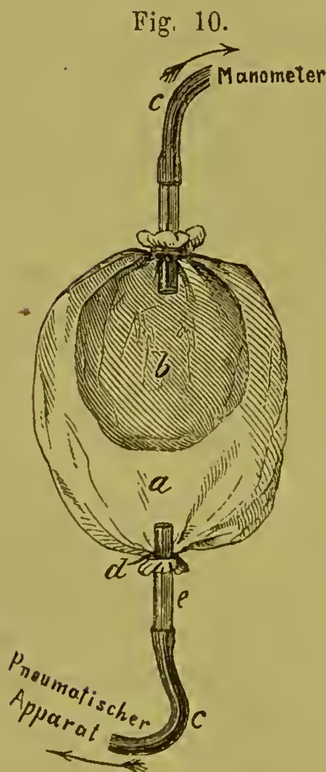
Wie ich nicht anders erwarten konnte, haben die Experimente meine Anschauungen aufs vollkommenste bestätigt.

Die Versuche waren dahin gerichtet zu entscheiden, ob und wie die in einer elastischen Membran befindliche Luft oder tropfbare Flüssigkeit auf eine Druckerhöhung oder Druckerniedrigung reagirt, welche die Luft einer anderen elastischen Membran betrifft, die mit der ersteren Membran in unmittelbarem oder mittelbarem luftdichten Contact steht.

Erste Versuchsreihe.

Eine Schweinsblase a wird in ihrem Fundus handschuhfingerartig eingestülpt und auf diese Weise eine zweite Blase b innerhalb der ersten gebildet. Diese letztere wird mit dem Manometer meines Pneumatometers durch Einschaltung einer luftdicht eingebundenen Glasröhre c nebst Gummischlauch in Verbindung gesetzt. Die natürliche Oeffnung d der Hauptblase ihrerseits, welche die eingestülpte Blase umfasst, wird gleichfalls durch Glasröhre e und Gummischlauch mit meinem pneumatischen Apparat bei geschlossenem Hahn verbunden.

Fig. 10.



Diese Vorrichtung stellt ein einfaches Schema dar, in welchem der eingestülpte Blasentheil dem Herzen, die ihn umgebende übrige Blase den Lungen entspricht.

Der Versuch soll lehren, in welcher Weise eine Drucksteigung oder Druckherabsetzung der Luft in der Hauptblase auf den eingestülpten Blasentheil einwirkt.

Beide Blasen befinden sich im Zustand geringer Füllung und sind leicht angefeuchtet.

A. Versuch mit comprimirter Luft.

Am Anfang des Versuchs ist der Cylinder des zuvor mit Luft gefüllten pneumatischen Apparats durch Anhängen von 10 Pfund äquilibrirt. Das Manometer des Apparats steht auf Null. Oeffnet man den Hahn, so bleibt auch das zweite Manometer, welches mit der inneren Blase in Communication steht, auf Null.

Nun belastete ich den Apparat allmälig mehr, zunächst durch Abnahme der Gewichte und dann durch Auflegen immer grösserer Gewichte. Während des Versuchs füllt sich die äussere Blase allmälig mehr und mehr mit Luft, bis sie schliesslich prall gespannt ist.

Belastung des Apparats mit	Quecksilber - Manometer am pneumatischen Apparat zeigt einen Ueberdruck [1]) von	Manometer, welches mit der inneren Blase communicirt, zeigt einen Ueberdruck von
10 Pfund (d. h. nur Cylinder)	+ 6,3 Mm.	+ 6 Mm
15 -	+ 9,5 -	+ 9 -
20 -	+ 12,6 -	+ 11,5 -
25 -	+ 15,8 -	+ 14 -
30 -	+ 19 -	+ 18 -
35 -	+ 22 -	+ 21 -

Wir sehen demnach, dass entsprechend der Drucksteigerung in der äusseren Blase auch der Druck in der inneren Blase steigt, dass jedoch die Drucksteigerung in letzterer nicht immer ganz gleichen Schritt hält mit ersterer, weil naturgemäss durch die Ueberwindung von Widerständen Kraft verloren gehen muss.

Mehrere andere Versuche führten zu analogen Resultaten; nur war der Druckverlust nicht in allen Experimenten gleich, da derselbe von dem Zustand der Blasenwandung je nach dem Widerstand, welchen dieselbe leistet, abhängt.

Wurde beispielsweise die innere Blase weniger angefeuchtet, so wurde die Compression derselben erschwert, und ich erhielt die folgenden Resultate:

---

1) Die Decimalstellen sind nicht abgelesen, sondern der Berechnung entsprechend eingefügt.

Belastung des Apparats mit	Quecksilber - Manometer am pneumatischen Apparat zeigt einen Ueberdruck von	Manometer, welcher mit der inneren Blase communicirt, zeigt einen Ueberdruck von
10 Pfund	+ 6,3 Mm.	+ 6 Mm.
15 -	+ 9,5 -	+ 9 -
20 -	+ 12,6 -	+ 11 -
25 -	+ 15,8 -	+ 13 -
30 -	+ 19 -	+ 16 -

Wird die innere Blase zu stark nass gemacht, so erhält man ein unbrauchbares Resultat, indem durch den Druck der äusseren Blase die innere luftdicht zusammengeklappt wird und dann die Druckwirkung minimal wird oder ganz aufhört.

Die gleiche Fehlerquelle ist vorhanden, wenn die angefeuchtete Blase am Anfang des Versuchs völlig collabirt ist, so dass sich die gegenüberstehenden Wände theilweise wegen vorhandenen Luftmangels berühren. In solchen Fällen erhielt ich zwar schon bei geringer Belastung eine Drucksteigerung von wenigen Millimetern, dieselbe nahm aber bei stärkerer Belastung nicht mehr zu.

Wird die innere Blase, bevor sie mit dem Manometer in Verbindung gebracht wird, sehr prall angeblasen, so dass ein positiver Ueberdruck auf ihrer Innenwand lastet, und dann der Versuch angestellt, so tritt gleichfalls nur eine Drucksteigerung von wenigen Millimetern ein. Dies ist leicht dadurch erklärlich, dass der Ueberdruck an der inneren Oberfläche dem Druck auf der äusseren Oberfläche das Gleichgewicht hält.

B. Versuche mit verdünnter Luft.

Am Ende des vorigen Experiments befindet sich der Druck in der äusseren sowohl wie in der inneren Blase erhöht. Durch Abnehmen von Gewichten wird zunächst der Druck in der äusseren Blase herabgesetzt, d. h. die Luft wieder gegen früher verdünnt. Dem entsprechend sinkt auch wieder der Druck in der inneren Blase, jedoch nicht gleichen Schritt haltend mit der Druckherabsetzung in der äusseren Blase.

Belastung des Apparats mit	Druck am Quecksilber-Manometer des Apparats	Druck an dem mit der inneren Blase communicirenden Manometer
30 Pfund	+ 19 Mm. Hg.	+ 16 Mm. Hg.
20 -	+ 12,6 - -	+ 12 - -
15 -	+ 9,5 - -	+ 10 - -
10 -	+ 6,3 - -	+ 7 - -
0 -	0	+ 2 - -
— 10 -	— 6,3 - -	— 2 - -

Weiteres Anhängen von Gewichten setzt den Druck in der inneren Blase nicht mehr herab. Die äussere Blase ist nämlich so stark collabirt, dass ihre Wände sich theilweise berühren und deshalb die innere Blase vor der Einwirkung der verdünnten Luft theils geschützt ist, theils ihr erhöhte Widerstände entgegengesetzt werden, welche sie nicht zu überwinden vermag.

Auch der Umstand, dass im obigen Versuch die Druckherabsetzung in der inneren Blase nicht gleichen Schritt hielt mit der äusseren, findet seine Erklärung darin, dass der Zug der verdünnten Luft der Elasticität der Blase entgegenwirkt und er diese nebst den übrigen Widerständen nicht völlig zu überwinden vermag.

Directe Experimente mit Luftverdünnung führten zu ähnlichen Resultaten.

Die Blasenvorrichtung ist die gleiche, nur ist zwischen innerer Blase und Manometer noch eine doppelt durchbohrte Flasche (Wulf'sche Flasche, nicht mit Wasser gefüllt) luftdicht eingeschaltet.

Belastung des Apparats durch Anhängen von Gewichten. Uebergewicht von	Stand des Quecksilber-Manometers am Apparat	Stand des mit der inneren Blase communicirenden Manometers.
0 Pfund	0 Mm.	0 Mm.
— 10 -	— 6,3 -	— 3 -
— 20 -	— 12,6 -	— 4 -
— 30 -	— 19 -	— 5 -

Eine Druckherabsetzung in der inneren Blase findet demnach entschieden statt, nur ist dieselbe unverhältnissmässig klein gegenüber der in der äusseren Blase. Der Grund ist auch hier einerseits darin zu suchen, dass der Elasticitätswiderstand der Blase und die übrigen Widerstände erheblich sind, andererseits aber darin,

dass die äussere Blase sehr bald zusammenklappt und dadurch die innere Blase vor der Einwirkung der verdünnten Luft schützt. Hat sich die äussere Blase ganz um die innere angeschmiegt, so bildet die innere Blase mit der sie umgebenden Haut der äusseren eine einfache Membran, die nunmehr unter dem Druck der äusseren Atmosphäre steht. Dem entsprechend beobachtete ich denn auch bei meinen Experimenten, dass zuweilen bei Verstärkung der Luftverdünnung das Quecksilber im Manometer, welches mit der inneren Blase communicirte, anstatt weiter zu sinken, plötzlich in die Höhe schnellte und sogar ein geringer positiver Ueberdruck sich manifestirte.

Um die Störungen zu vermeiden, welche durch das Zusammenfalten der Blasenwandungen entstehen, wandte ich mich nunmehr zu folgenden Experimenten.

Zweite Versuchsreihe.

Die Schwimmblase eines Karpfens wird geöffnet und in eine Glasröhre von 14 Ctm. Länge und 1 Ctm. Durchmesser luftdicht eingebunden. Die Blase ist collabirt, aber noch lufthaltig. Das Ende der Glasröhre, welche durch die eingestülpte Blase luftdicht gegen das übrige Lumen der Röhre abgeschlossen ist, wird nunmehr mit dem luftgefüllten pneumatischen Apparat in luftdichte Communication gesetzt. Das andere Ende der Röhre wird vermittelst Gummischlauch mit dem Pneumatometer in Verbindung gesetzt.

A. Comprimirte Luft.

Wird der Hahn des Apparats geöffnet, während der Cylinder durch angehängte 10 Pfund äquilibrirt ist, so steht das Manometer des Apparats sowohl wie des Pneumatometers auf Null. Wird nun die Luft im pneumatischen Apparat comprimirt, so steigt der Druck in der Fischblase und demgemäss auch im Pneumatometer, und zwar in folgender Weise:

Belastung des Apparats mit	Druck im pneumatischen Apparat	Druck am Pneumatometer
0 Pfund	0 Mm. Hg.	0 Mm. Hg.
10 -	+ 6,3 - -	+ 5 - -
20 -	+ 12,6 - -	+ 11 - -
25 -	+ 15,8 - -	+ 13 - -
30 -	+ 19 - -	+ 15,5 - -
35 -	+ 22 - -	+ 18 - -

Das Resultat ist demnach dem der ersten Versuchsreihe völlig analog.

Lässt man den Druck lange genug wirken, so gleicht sich die Druckdifferenz allmälig aus. Im letzten Beispiel erreichte der Druck im Pneumatometer bereits nach kaum 1 Minute die Höhe von 21 Mm.

Die Fischblase füllt sich während des Versuchs allmälig mehr und mehr mit Luft, ist aber auch bei 35 Pfund Belastung noch nicht prall gespannt.

B. Verdünnte Luft.

Werden die Gewichte am Ende des vorigen Versuchs allmälig abgenommen, so sinkt der Druck auch im Pneumatometer allmälig, jedoch nicht in gleichem Maasse, wie im pneumatischen Apparat.

Belastung des Apparats mit	Druck im pneumatischen Apparat	Druck am Pneumatometer
35 Pfund	+ 22 Mm.	+ 21 Mm.
30 -	+ 19 -	+ 19 -
25 -	+ 15,8 -	+ 18 -
20 -	+ 12,6 -	+ 16 -
10 -	+ 6,3 -	+ 11 -
0 -	+ 0 -	+ 6 -
	Luftverdünnung:	
— 10 Pfund	— 6,3 Mm.	— 1 Mm.
— 15 -	— 9,5 -	— 4 -
— 20 -	— 12,6 -	— 8 -
— 25 -	— 15,8 -	— 10 -
— 30 -	— 19 -	— 12 -
— 35 -	— 22 -	— 14 -

Die Gewichte werden nun allmälig wieder abgehängt:

Belastung des Apparats mit	Druck im pneumatischen Apparat	Druck am Pneumatometer
— 30 Pfund	— 19 Mm.	— 13 Mm.
— 25 -	— 15,8 -	— 12 -
— 20 -	— 12,6 -	— 10 -
— 15 -	— 9,5 -	— 9 -
— 10 -	— 6,3 -	— 6 -
0	0	0

Wir sehen demnach, dass sowohl bei der comprimirten wie bei der verdünnten Luft der auf die innere Oberfläche der Fischblase ausgeübte Druck oder Zug eine analoge Wirkung in der von ihr abgeschlossenen Luft der Glasröhre ausübt. Auch hier geht ein Theil der Druckwirkung verloren, welcher zur Ueberwindung der Widerstände verwendet wird. Der Verlust ist jedoch hier wenig erheblich.

Damit eine Wirkung zu Stande komme, muss die Fischblase lufthaltig, aber schlaff in die Glasröhre eingefügt sein. Spannt man dagegen eine Membran straff über die Glasröhre, so wird die Druck- und Zugwirkung auf ein geringes Maass reducirt und wird gleich Null, sobald die Spannung einen hohen Grad erreicht. Eine stark gespannte Membram wirkt eben nicht mehr wie eine elastische Membran, sondern wie eine unbewegliche Zwischenwand, welche der Druckwirkung ein so vollkommenes Gleichgewicht hält, dass sie nichts derselben von der inneren auf die äussere Wand zu übertragen vermag. Es ist dann ungefähr das Gleiche erreicht, als ob man statt der Membran eine Holz- oder Glasplatte einfügte.

Dritte Versuchsreihe.

In beide Enden einer Glasröhre von 14 Ctm. Länge und 1 Ctm. Durchmesser wird je eine Fischblase luftdicht eingebunden und schlaff nach innen gestülpt. Das eine Ende der Röhre wird mit dem pneumatischen Apparat, das andere mit dem Pneumatometer in luftdichte Communication gesetzt.

A. Comprimirte Luft.

Belastung des Apparats mit	Druck im pneumatischen Apparat	Druck im Pneumatometer
0 Pfund	0 Mm.	0 Mm.
10 -	+ 6,3 -	+ 5 -
15 -	+ 9,5 -	+ 7 -
20 -	+ 12,6 -	+ 9 -
25 -	+ 15,8 -	+ 12 -
30 -	+ 19 -	+ 18 -
35 -	+ 22 -	+ 19 -

B. Verdünnte Luft.

Fortsetzung des vorigen Versuchs. Allmäliges Abnehmen von Gewichten.

30 Pfund	+ 22 Mm.	+ 17 Mm.
25 -	+ 15,8 -	+ 14 -
20 -	+ 12,6 -	+ 12 -
15 -	+ 9,5 -	+ 9 -
10 -	+ 6,3 -	+ 7 -
0 -	+ 0 -	+ 4 -

Unmittelbar darauf Anhängen von Gewichten zur Luftverdünnung:

— 10 Pfund	— 6,3 Mm.	— 3 Mm.
— 15 -	— 9,5 -	— 6 -
— 20 -	— 12,6 -	— 8 -
— 25 -	— 15,8 -	— 11 -
— 30 -	— 22 -	— 13 -
— 35 -	— 22 -	— 15 -
— 40 -	— 25,3 -	— 16 -

Die Gewichte werden wieder allmälig abgehängt:

— 30 Pfund	— 22 Mm.	— 13 Mm.
— 25 -	— 15,8 -	— 10 -
— 20 -	— 12,6 -	— 7 -
— 10 -	— 6,3 -	— 3 -
0 -	0 -	0 -

Die Resultate sprechen so eclatant für sich selbst, dass es überflüssig ist, noch ein Wort hinzuzufügen. Wir haben zwei von elastischen Membranen umschlossene Hohlräume; beide sind gegen die äussere Luft und gegen einander abgesperrt, sie befinden sich in einem gemeinsamen, luftdicht nach aussen abgeschlossenen Raum; eine Erhöhung des Drucks in dem einen Hohlraum macht den im anderen steigen, ein Sinken des Drucks in dem einen setzt auch den im anderen herab. Es sind zwar Druckdifferenzen

zwischen beiden Hohlräumen vorhanden; dieselben sind aber nicht erheblich und leicht durch die zu überwindenden Widerstände erklärlich.

Vierte Versuchsreihe.

Eine Schweinsblase wird in gleicher Weise wie im ersten Versuch so hergerichtet, dass der Fundus wie eine zweite Blase eingestülpt ist.

Die innere Blase wird mit Wasser angefüllt, aber so, dass dieselbe nicht prall gespannt ist. Es wird darauf geachtet, dass keine Luft in der inneren Blase zurückbleibt. In diese letztere wird nunmehr eine rechtwinklig gebogene Glasröhre eingefügt und deren aufsteigender Schenkel mit dem Pneumatometer in luftdichte Verbindung gesetzt.

Nunmehr wird die natürliche Blasenöffnung mittelst Glasröhre und Schlauch in Communication mit dem luftgefüllten, äquilibrirten pneumatischen Apparat gebracht. In diesem Zustande steht sowohl das Manometer des Apparats, als auch das Pneumatometer auf Null.

Belastung des pneumatischen Apparats	Druck im pneumatischen Apparat	Druck im Pneumatometer
10 Pfund (nur Cylinder)	+ 6,3 Mm.	+ 4 Mm. (Wasser fliesst aus der Blase in den horizontalen Schenkel der Röhre ab.)
15 Pfund	+ 9,5 -	+ 6 Mm.
20 -	+ 12,6 -	+ 8 -
25 -	+ 15,8 -	+ 9 -
30 -	+ 19 -	+ 10 -
	Abnahme der Gewichte:	
25 Pfund	+ 15,8 Mm.	+ 9 Mm.
20 -	+ 12,6 -	+ 8 -
15 -	+ 9,5 -	+ 5 -
10 -	+ 6,3 -	+ 4 -
0 -	0 -	0 -
— 10 -	— 6,3 -	— 3 -

Bei weiterer Luftverdünnung des Apparats klappt die äussere Blase zusammen und umschliesst die innere. Es tritt demgemäss kein weiteres Absinken des Drucks im Pneumatometer ein.

Der letzte Versuch zeigt, dass auch ein mit Flüssigkeit gefüllter, von elastischer Membran umschlossener Hohlraum in gleicher Weise auf die Luftcompression und Luftverdünnung reagirt wie ein lufthaltiger Raum. Im obigen Schema ist die Analogie zwischen Lunge und Herz noch vollständiger als in den ersten Versuchen.

Alle genannten Exsperimente bestätigen somit meine Voraussetzungen. Sie zeigen, dass wenn eine Drucksteigerung oder Druckverminderung in einem von elastischen Wänden umgebenen Hohlraum eintritt, eine entsprechende — wenn auch nicht dem Grade nach gleiche — Druckschwankung auch auf einen anderen, gleichfalls von elastischen Wandungen umschlossenen, mit Luft oder mit tropfbarer Flüssigkeit gefüllten Hohlraum sich überträgt, sobald dieser entweder von ersterem direct umgeben ist oder sich gemeinsam mit ihm in einem gegen die äussere Luft abgesperrten Raum befindet.

Ich darf wohl kaum erwarten, dass man mir einwirft, die Herzwände und die grossen Gefässe befinden sich in demjenigen hohen Grade der Spannung, dass, wie das Experiment zeigt, eine Druckdifferenz keinen Einfluss mehr auf sie ausübt. Wer diesen Einwand erhöbe, müsste gleichzeitig läugnen, dass auch bei der gewöhnlichen und namentlich bei der tiefen In- und Exspiration ein Einfluss der Druckdifferenz auf das Herz und die grossen Gefässe ausgeübt wird, er müsste die Aspiration des Venenblutes durch den Einfluss der Lungen, die inspiratorische Druckverminderung, die exspiratorische Druckvermehrung im Aortensystem läugnen und somit das ganze Gebäude der Kreislaufslehre, wie es die Physiologie seit etwa einem Menschenalter aufgerichtet hat, von Grund auf niederreissen. Ich bezweifle, ob sich jemand finden wird, der die Kühnheit eines solchen Unternehmens besitzt.

Sphygmographische Untersuchungen.

Obgleich die vorhergehenden Untersuchungen mir die Wirkungen der pneumatischen Methode auf das Herz und den Puls aufs evidenteste und unzweifelhafteste erwiesen zu haben schienen, hielt ich es dennoch nicht für überflüssig, vermittelst Sphygmographie eine demonstratio ad oculos hinzuzufügen.

Nachdem ich meine sphygmographischen Versuche bereits seit lange ausgeführt hatte und der Anfang dieser Blätter schon gedruckt war, erschien eine höchst verdienstvolle Arbeit von Haenisch in Greifswald[1]), in welcher gleichfalls sphygmographische Beobachtungen und Curven mitgetheilt werden, die meine früher publicirten Anschauungen vollkommen bestätigen. Wenn ich auf diese Weise auch auf die Priorität der sphygmographischen Untersuchungen verzichten muss und dies mit Vergnügen thue, so glaube ich dennoch nicht, dass die Mittheilung meiner Beobachtungen durch Haenisch's Publication überflüssig geworden ist. Meine Beobachtungen bewegen sich nämlich in ganz andrer Richtung als diejenigen von Haenisch, und beide ergänzen sich auf diese Weise gegenseitig in höchst erwünschter Weise. Während nämlich Haenisch seine Experimente derart ausführte, dass er die Pulscurve vor und nach dem Versuche aufzeichnete, also nicht die unmittelbare Wirkung, sondern nur die Nachwirkung graphisch darstellte, war es vielmehr mein Bestreben, die Wirkungen sowohl der comprimirten wie der verdünnten Luft einerseits bei der Inspiration, andererseits bei der Exspiration unmittelbar während des Gebrauchs zu studiren. Meine Untersuchungen sind nur an Gesunden angestellt und beziehen sich allein auf die physiologischen Wirkungen. Haenisch da-

1) Zur Wirksamkeit der pneumatischen Behandlungsmethode. Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. XIV. S. 445.

gegen theilt auch therapeutische Untersuchungen mit und zeigt an den Pulscurven, die zu verschiedenen Zeiten an einer Herzkranken aufgenommen sind, wie die comprimirte Luft auf diese abnormen Pulscurven einwirkt und diese allmälig und nachhaltig in eine fast der Norm entsprechende verwandelt.

Meine sphygmographischen Experimente haben aufs vollständigste alles das bestätigt, was ich in den früheren Capiteln ausführlich dargelegt habe.

Als Grundlage der nunmehr folgenden sphygmographischen Demonstrationen dienen mir die vortrefflichen Untersuchungen Landois', die er in seinem Werke „die Lehre vom Arterienpuls"[1]) niedergelegt hat. Selbstverständlich kann ich auf elementare Einzelheiten nicht eingehen und muss diejenigen, die mit dem Gegenstand nicht vertraut sind, zu ihrer Orientirung auf dieses Werk verweisen.

Landois[2]) gelangt nach seinen Experimenten an elastischen Cautschukröhren und nach Untersuchungen an Menschen und Thieren zu gewissen fundamentalen Schlüssen, von denen ich nur diejenigen hier folgen lasse, welche für unseren Gegenstand von Wichtigkeit sind.

Bekanntlich ist jede normale Pulscurve dikrot oder richtiger polykrot. Es lassen sich an ihr ausser der Hauptelevation im absteigenden Schenkel noch eine zweite kleinere Elevation, die durch den Rückstoss bedingt wird, die sogenannte Rückstosselevation, und endlich noch einige meist sehr geringfügige wellige Erhebungen, die von Landois als Elasticitätselevationen bezeichnet werden, unterscheiden. Figur 1 auf Seite 287 demonstrirt uns eine solche normale Pulswelle.

---

1) Berlin 1872. Aug. Hirschwald.

2) Ich hoffe nicht derart missverstanden zu werden, als ob ich die Verdienste anderer Autoren um die Sphygmographie und namentlich diejenigen Marey's herabsetzen wollte, weil ich mich nur auf Landois beziehe. Es ist der mangelnde Raum und der Umstand, dass ein näheres Eingehen auf die Literatur dieses speciellen Gegenstandes nicht in den Rahmen meiner Arbeit hinein gehört, was mich veranlasst, von den übrigen Autoren abzusehen und mich allein auf das neueste erschöpfendste Werk über diesen Gegenstand, das von Landois, zu stützen.

Unter abnormen Verhältnissen oder unter besonderen Bedingungen ändert sich die Gestalt der Pulswelle nach verschiedenen Richtungen. Uns interessiren hier vornehmlich diejenigen Veränderungen, welche durch den Einfluss erhöhter oder verminderter Spannung im Aortensystem hervorgerufen werden.

Landois kommt in dieser Beziehung zu folgenden Resultaten:

„Die Rückstosselevation ist um so grösser, je geringer ceteris paribus die Spannung der Arterienwandung ist und umgekehrt.

„Bei Steigerung des mittleren Druckes, in Folge behinderten Abflusses, in den Arterien rücken die Elasticitätselevationen im absteigenden Schenkel höher gegen den Curvengipfel empor.

„Bei sehr geringer Spannung der Arterienwände fallen die Elasticitätselevationen ganz fort.

„In einer und derselben Arterie nimmt die Zahl der Elasticitätselevationen zu mit dem Grade der Spannung der Arterienmembran."

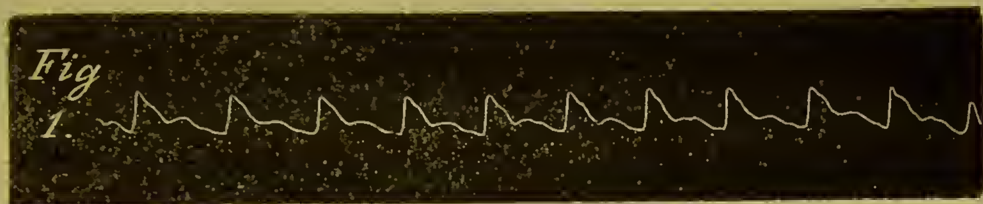
Ich füge noch Landois' Resultate über Anakrotismus hinzu. Der Anakrotismus besteht in dem Auftreten von Elasticitätselevationen im aufsteigenden Schenkel der Pulswelle, während die bisher betrachteten Elevationen im absteigenden Schenkel zum Vorschein kommen, also katakrot sind.

Nach Landois entstehen anakrote Elevationen, wenn bei der Systole abnorm grosse Blutmengen in die Arterien einströmen, zumal wenn gleichzeitig das Arterienrohr abnorm gespannt ist, wie es unter pathologischen Verhältnissen, namentlich bei Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels in Folge von Morbus Brightii beobachtet wird.

Prüfen wir nunmehr an der Hand dieser Fundamentalsätze die von mir bei sphygmographischen Untersuchungen gewonnenen Resultate.

Meine Experimente stellte ich mit dem Marey'schen Sphygmographen nach der üblichen Methode an. Die meisten der unten stehenden Curven sind an dem Stud. med. Scherbei gewonnen, der mit grossem Eifer sich zu denselben hergab und die verschiedenen Manipulationen in höchst exacter Weise ausführte. Die

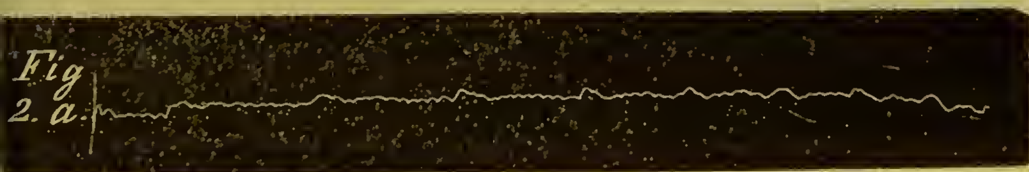
Versuche wurden mehrfach an ihm und auch noch an einem anderen gut eingeübten gesunden Manne wiederholt und führten stets zu principiell analogen Resultaten.

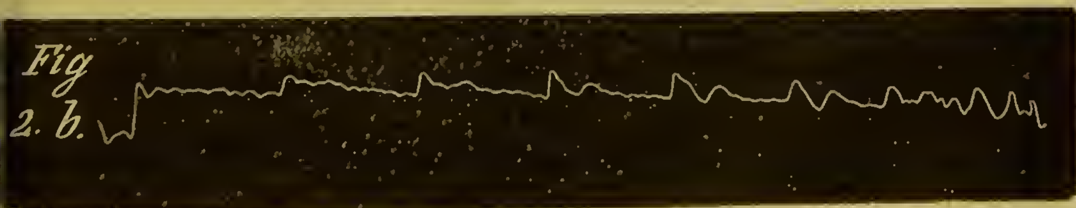


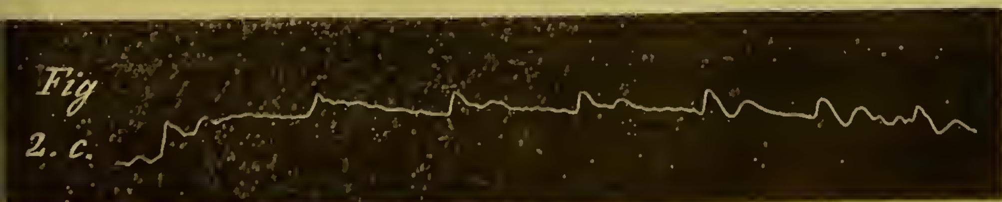
Die Curve 1 stellt den normalen Puls des Stud. S. vor dem Beginne des Versuchs dar. Wir sehen an derselben am absteigenden Schenkel jeder Pulswelle die Rückstosselevation sehr deutlich ausgeprägt, desgleichen einige nur in viel geringerem Grade hervorspringende Elasticitätselevationen.

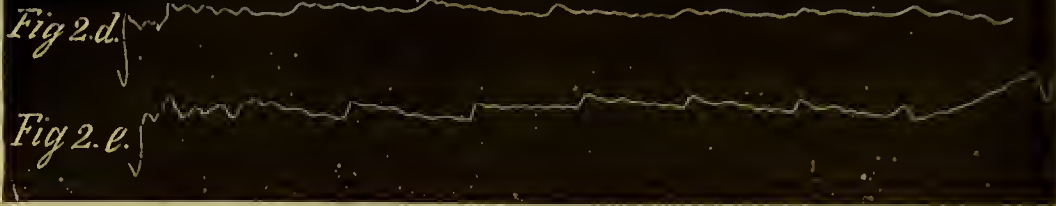
Ich stellte mir nun die Aufgabe, zunächst die Veränderungen der Pulswelle während des Valsalva'schen Versuchs einerseits und während des Müller'schen Experiments andererseits zu studiren, da nach meiner Voraussetzung der erstere Analogien mit der Wirkung der comprimirten Luft, das letztere mit der der verdünnten Luft darbieten muss.

Valsalva'scher Versuch.









Figur 2 stellt eine Pulscurve während des Valsalva'schen Versuchs, d. h. während der nach vorhergegangener tiefer Inspiration vollzogenen forcirten Exspiration bei geschlossenem Mund und Nase dar.

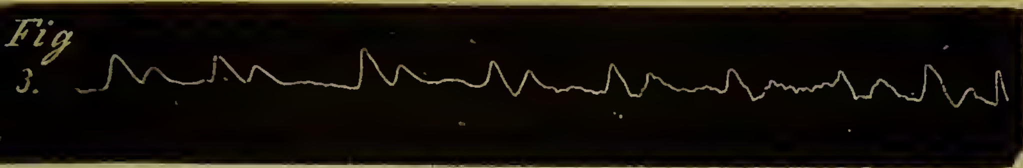
Zunächst sehen wir ein Ansteigen der Curve, bedingt durch den erhöhten Seitendruck und die vermehrte Blutfülle in den Arterien. Die Curve im ganzen erhält sich auf ihrer Höhe; dennoch wird die Grösse der späteren Pulswellen vermindert, also trotz vorhandener vergrösserter Blutfülle und gesteigerten Drucks wird der Puls kleiner. Bei der darauf folgenden Inspiration sinkt die Curve, die Pulswelle wird wieder grösser, und die Rückstosselevationen treten wieder stark hervor (vergl. die zweite Hälfte der Figur 2b. und 2c.).

Vorzüglich treten die Folgen der vermehrten Spannung des Arterienrohrs in die Erscheinung: Die Rückstosselevationen sind viel weniger als normal ausgesprochen und lassen sich stellenweise kaum von den Elasticitätselevationen wegen ihrer geringen Höhe unterscheiden. Die Elasticitätselevationen dagegen haben beträchtlich an Zahl und Grösse zugenommen und sind höher gegen den Gipfel der Welle hinaufgerückt. Hier und da sind auch am aufsteigenden Schenkel der Welle Elasticitätserhebungen, also Anakrotismus, wahrnehmbar (vergl. besonders Curve 2d. und 2e., welche einem anderen kräftigeren Manne entnommen ist, dessen Pulswelle schon normal mehr gespannt ist als bei Stud. S.). Diese letztere Erscheinung ist ein Zeichen der erhöhten Blutfülle im Arterienrohr bei gesteigerter Spannung. Sie tritt besonders deutlich gleich am Anfang des Versuchs auf, wo ein grösseres Blutquantum in die Aorta eingepresst wird als im Verlaufe des Versuchs[1]) (Figur 2d. und e. am Anfang der Curve).

---

1) Vergl. S. 255.

Müller'scher Versuch.



Figur 3. ist eine Pulscurve, gewonnen, während bei geschlossenem Mund und Nase tief inspirirt wurde.

Der Gegensatz zu den Curven der Figur 2 springt in die Augen. Besonders eclatant ist die Grösse der Rückstosselevation, welche fast der eigentlichen Pulselevation an Höhe gleichkommt, so dass wir einen ausgeprägten pathologischen Pulsus dikrotus haben. Ausserdem ist das fast vollständige Fehlen der Elasticitätselevationen in der ersten Hälfte der Curve sehr ausgesprochen. (Am Ende der Curve beginnt die Exspiration).

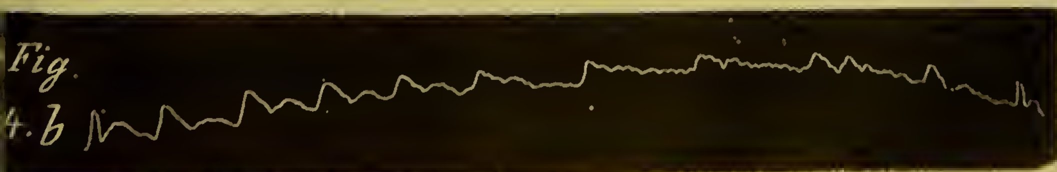
Alle diese Momente beweisen eine Herabsetzung der Spannung im Arterienrohr.

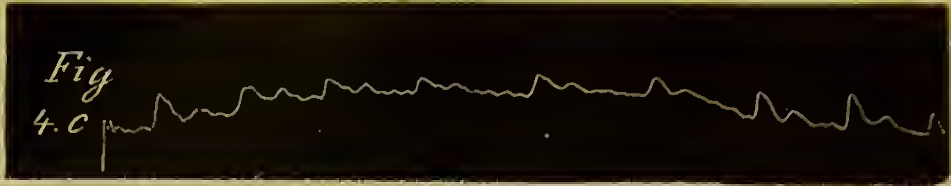
Das Sinken des Seitendruckes und die verminderte Blutmenge in der Arterie sind auf der Curve nicht zu demonstriren, weil die Curve schon nach begonnener Inspiration ihren Anfang nimmt.

Die Kürze der mit dem Marey'schen Sphygmographen zu verzeichnenden Curven hat mich hier sowohl wie in manchen der folgenden Versuche gehindert, das An- und Absteigen der Curve beim Uebergang der verschiedenen Respirationsphasen und Athmungsmodi in einander zu demonstriren.

Inspiration comprimirter Luft.











Die Curven der Figur 4 sind verzeichnet, während die betreffende Person am pneumatischen Apparat comprimirte Luft von $^1/_{40}$ Atmosphären-Ueberdruck inspirirte.

Der Versuchsperson wurde die Maske von einem dritten fest vor Mund und Nase gehalten und das Oeffnen und Schliessen des Hahns gleichzeitig besorgt.

Die Analogie der Curven in Figur 4 mit der in Figur 2 ist nicht zu verkennen.

Zunächst sehen wir beim Beginn der Inspiration comprimirter Luft ein Ansteigen der Pulscurve (Figur 4a., b., c.), während normal bei der Inspiration die Curve ein wenig gegen die Exspiration sinkt — ein Beweis, dass der Seitendruck im Arterienrohr sich vergrössert, sein Umfang, d. h. seine Blutfülle zugenommen hat (Pulsus plenus).

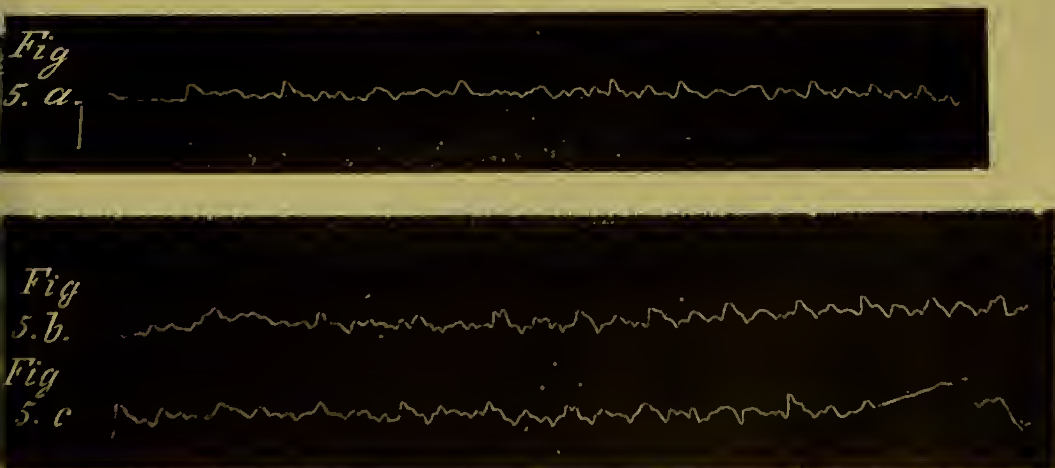
Die einzelne Pulswelle ist am Anfang der Inspiration ziemlich gross (Pulsus magnus), wird aber sehr bald kleiner und schliesslich sogar ausserordentlich klein (Pulsus parvus) (vergl. namentlich Figur 4b., c., e.). Trotz der Kleinheit der Pulswelle bleibt dennoch die Curve im ganzen auf einem höheren Niveau, d. h. obgleich der Puls klein ist, bleibt er dennoch voll. Diese Verhältnisse habe ich oben S. 238 ff. ausführlich erörtert, und die vorliegenden Pulscurven demonstriren sie auf das evidenteste. —

Die Fülle der Arterien manifestirt sich wohl auch in der grösseren Abrundung der Pulswellengipfel.

Ferner zeigen die Pulscurven die deutlichen Zeichen vermehrter Spannung des Arterienrohrs (Pulsus durus). In Figur 4a., b., c. sehen wir ausserordentlich klar, wie am Anfang der Inspiration noch die Arterie weniger gespannt ist, und wie ihre Spannung mit jedem Pulsschlag zunimmt. Die Rückstosselevation, anfänglich noch stark ausgeprägt, wird immer niedriger und wird endlich kaum mehr von den Elasticitätserhebungen unterscheidbar. Diese letzteren nehmen an Zahl sehr wesentlich zu und rücken höher gegen den Wellengipfel hinauf. Endlich zeigen sich sogar anakrote Erhebungen. Der Anakrotismus ist in Figur d. und e. besonders ausgeprägt; diese beiden Curven entstammen einer anderen Versuchsperson.

Ich glaube, vollkommener, als es mittelst dieser Curven geschieht, lassen sich wohl die Resultate meiner Beobachtungen, die ich ursprünglich auf einem ganz anderen Wege gewann, in allen ihren Einzelheiten schwerlich bestätigen.

Exspiration in comprimirte Luft.



Die Curven der Figur 5 sind verzeichnet, während die Versuchsperson nach vorhergegangener tiefer Inspiration in condensirte Luft von $^1/_{60}$ Atmosphären-Ueberdruck exspirirte. Diese Curven sind denen, die während des Valsalva'schen Versuchs

gewonnen wurden (Figur 2), noch viel ähnlicher, als die bei der Inspiration comprimirter Luft (Figur 4) verzeichneten; aber unter sich bieten diese dreierlei Curven (Figur 2, 4, 5) eine vollkommene Analogie dar, und nur dem Grade nach sind sie in ihrer Abweichung von der Norm verschieden.

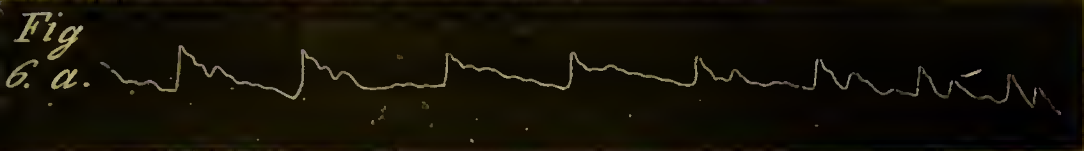
Die Pulscurve steigt sofort steil an (Fig. 5a.), die einzelne Pulswelle wird sehr klein. Die Rückstosselevationen treten weniger hervor, desto erheblicher an Zahl und Grösse die Elasticitätselevationen; ferner besteht deutlicher Anakrotismus. Es ist der höchste Grad der Spannung, welchen das Arterienrohr erreicht hat. Die Kleinheit der Pulswelle macht es zugleich erklärlich, wie schwierig es dem tastenden Finger werden muss, diesen Puls zu zählen. Je länger der Versuch andauert, um so weniger treten die einzelnen Pulswellengipfel durch ihre Höhe hervor (vgl. das Ende der Curven); hier wird der Puls unzählbar. Trotz dieser Kleinheit der Pulswelle ist das Arterienrohr voll, denn der Gipfel der Pulswelle sowohl wie ihr Fussende steht weit über dem Niveau der normalen Pulswelle (vergl. Fig. 5a. Der untere Anfang des ersten ansteigenden Curvenschenkels bezeichnet den Fusspunkt der normalen Pulswelle.)

Die Pulsfrequenz erscheint in den Curven entschieden vermehrt.

Wir haben hier also eine Steigerung aller derjenigen Erscheinungen, welche bei der Inspiration comprimirter Luft hervortreten. Die Nothwendigkeit dieser Thatsache habe ich oben (S. 253) ausführlich dargelegt.

Inspiration comprimirter Luft und darauf folgende Exspiration in comprimirte Luft.

Die Luft im Apparate wurde um $^1/_{40}$ Atmosphärendruck condensirt. Die Maske wurde der Versuchsperson vorgehalten, der Hahn geöffnet, und nun wurde die comprimirte Luft zuerst inspirirt und, indem der Hahn offen gehalten wurde, unmittelbar darauf in die comprimirte Luft hinein exspirirt.



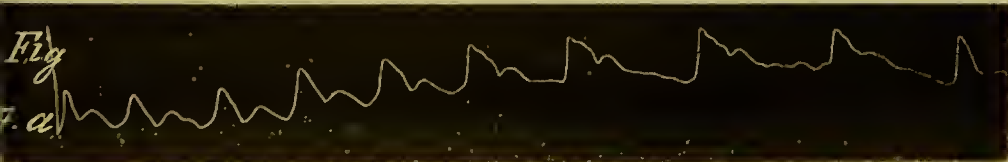


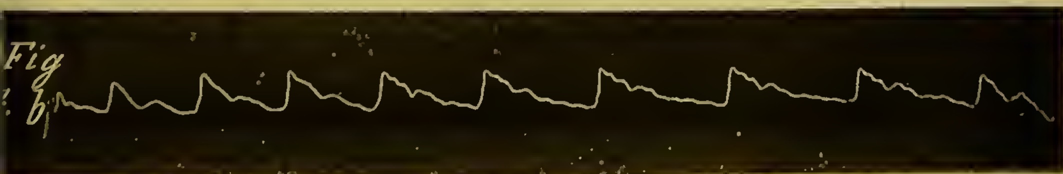
Die Curven beginnen, während bereits inspirirt wurde; die erste Hälfte derselben fällt auf die Inspiration, die zweite auf die Exspiration.

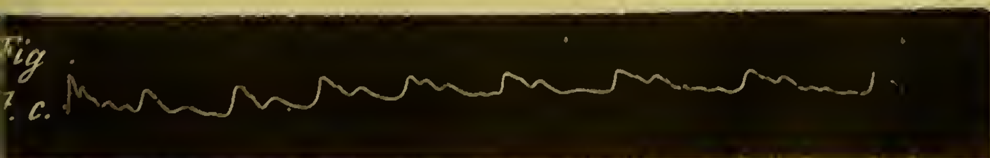
Der Charakter der Curven ist der bereits bei Figur 4 und 5 beschriebene. Nur treten hier die Differenzen zwischen Inspiration comprimirter Luft und Exspiration in dieselbe sehr deutlich hervor. Die Pulscurve steigt bei der Exspiration mehr an (besonders Figur 6b.), die Pulswelle wird kleiner, die Elasticitätselevationen werden grösser.

Die Pulsfrequenz wird deutlich mit der beginnenden Exspiration vermehrt, indem die einzelne Pulswelle kürzer wird.

Inspiration verdünnter Luft.







Die Luft im Apparat wurde um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck verdünnt und die verdünnte Luft inspirirt, während die Curven verzeichnet wurden.

Die Aehnlichkeit dieser Curven mit denen beim Müller'schen Versuch (Figur 3) ist kaum zu verkennen.

Nur die erste Hälfte der Curven fällt in die Inspiration, die zweite in die Exspiration.

Was zunächst in die Augen springt, ist die Grösse der Rückstosselevationen, welche aufs deutlichste ausgeprägt sind, und theilweise so hoch hinauf reichen, wie beim pathologischen Pulsus dikrotus. Dagegen treten die Elasticitätselevationen sehr bedeutend an Zahl und Grösse zurück und sind sogar an einzelnen Theilen der Curven kaum wahrnehmbar.

Diese Zeichen beweisen eine Herabsetzung der Spannung im Arterienrohr.

Die Curve ist ferner bemerklich herabgestiegen (vergl. Figur 7 a. und b.), indem die Gipfel der Wellen weit unter der Höhe der Normalwelle, welche durch das obere Ende des Anfangsstriches bezeichnet wird, sich befinden. Der Seitendruck und die Füllung des Arterienrohrs ist demnach vermindert.

Endlich ist auch die einzelne Pulswelle kleiner als in der Norm. Besonders bezeichnend tritt dies hervor, wenn man den Anfang der Curven, welcher der Inspiration der verdünnten Luft entspricht, mit dem Ende derselben, welches auf die Exspiration in die gewöhnliche Atmosphäre fällt, vergleicht.

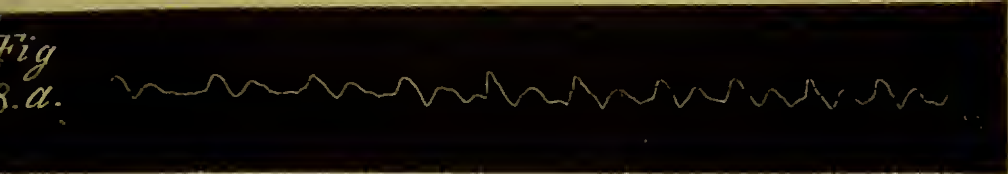
Im übrigen sieht man auch eine andere Anschauung, die ich bereits früher[1]) zu beweisen mich bemühte, in den vorliegenden Curven bestätigt, nämlich die Ansicht, dass während der auf die Inspiration verdünnter Luft folgenden Exspiration die Luftverdünnung in ihrer Wirkung auf das Herz, wenn auch in viel geringerem Grade, fortdauert.

Man sieht zwar während der Exspiration die Pulscurven wieder ansteigen, den Puls voller und grösser werden, die Elasticitätselevationen sich wieder vermehren, also die Spannung des

1) Vergl. S. 266 ff.

Arterienrohrs sich heben. Aber von der Norm ist diese Curve doch noch ziemlich weit entfernt, besonders sind die Rückstosselevationen noch viel höher als normal.

Exspiration in verdünnte Luft.





Die Verdünnung der Luft, bei welcher diese Curven gewonnen wurden, war eine ziemlich hochgradige, nämlich $^1/_{30}$ Atmorspären-Unterdruck. Die Exspiration dauert fast während deganzen Dauer einer Curve an.

Der Charakter der Curven bestätigt auch hier evident alle Voraussetzungen, die ich früher demonstrirt hatte.

Die Pulscurve im ganzen ist niedrig, die einzelne Pulswelle klein: wenig umfängliches Arterienrohr; kleiner Puls.

Die Rückstosselevationen treten sehr stark hervor und nähern sich gegen Ende der Curve an Grösse fast der eigentlichen Pulselevation, so dass ein pathologischer Pulsus dikrotus entsteht. Die Elasticitätselevationen hingegen sind verhältnissmässig wenig hervortretend.

Diese Erscheinungen zeigen also eine verminderte Spannung im Arterienrohr an: Pulsus mollis.

In vollständigster Weise werden demnach durch die sphygmographischen Untersuchungen alle diejenigen Resultate bestätigt, die ich auf einem anderen Wege, sowohl dem der experimentellen Untersuchungen wie der theoretischen Erwägung, gewonnen hatte. Nach allen Seiten hin besteht die vollkommenste Harmonie sowohl zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Untersuchungs- und

Experimentalmethoden unter einander als ganz besonders auch mit der Theorie.

Eine erfreuliche Ergänzung finden meine Untersuchungen in den Beobachtungen Haenisch's.

Indem Haenisch nicht nur an Gesunden, sondern auch an Kranken, und nicht während der Anwendung des pneumatischen Methode, sondern in den Intervallen derselben seine Untersuchungen ausführte, bewies er einerseits die therapeutische Wirksamkeit der neuen Heilmethode auch auf dem Wege der Sphygmographie, wie ich sie bereits durch die übrigen diagnostischen Untersuchungsmethoden mit Sicherheit festgestellt hatte; andererseits bewies er durch seine Curven, dass die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft keine nur während des Gebrauchs andauerde und sodann schnell vorübergehende ist, sondern dass eine anhaltende Nachwirkung besteht. Das Vorhandensein und die Nothwendigkeit einer solchen Nachwirkung zu beweisen, habe ich mich bereits oben [1]) eingehend bemüht; dennoch ist es von nicht geringem Werthe, durch die graphische Methode dieselbe ad oculos demonstrirt zu sehen.

Der Fall, welchen Haenisch mittheilt, betrifft eine Stenose und Insufficienz der Mitralklappe. Unter der Behandlung mit Inspirationen comprimirter Luft besserten sich alle krankhaften Erscheinungen. Der Puls wurde zunächst vor der Behandlung sphygmographisch untersucht, sodann unmittelbar nach der ersten Sitzung und später zum öfteren in Intervallen von mehreren Wochen. Die anfänglich abnorme Pulscurve wurde einerseits unmittelbar nach dem jedesmaligen Gebrauch der comprimirten Luft in ihrer Qualität geändert und mehr der Norm genähert: der Puls wurde voller, grösser, gespannter; andererseits schritt die Besserung des Pulses stetig vor und blieb nachhaltig bestehen: die zuletzt verzeichneten Pulscurven lassen sich von normalen kaum noch unterscheiden.

---

1) Vergl. S. 247 ff.

Während des Drucks dieser Blätter erschien eine vorläufige Mittheilung[1]) von Drosdoff und Botschetschkaroff in St. Petersburg, welche auf Anregung Botkin's kymographische Untersuchungen an Thieren über die Wirkungen der comprimirten Luft anstellten. Dieselben gelangten zu Resultaten, welche den meinigen strikte entgegengesetzt zu sein scheinen. Sie fanden nämlich, wenn die um $^1/_{22}$ Atmosphärendruck comprimirte Luft meines Apparats mit der geöffneten Trachea eines durch Opium narcotisirten Hundes in Verbindung gesetzt und auf diese Weise eine künstliche Athmung eingeleitet wurde, dass während der Einathmung der comprimirten Luft der arterielle Druck sofort sank. Dies geschah selbst bei durchschnittenen Vagis, während unmittelbar nach der Inspiration der comprimirten Luft der Druck wieder stieg. Die kymographische Untersuchung wurde an der Art. carotis communis ausgeführt.

Im ersten Moment kann dieser Gegensatz zu meinen Untersuchungen frappiren. Bei einiger Ueberlegung löst sich jedoch das Räthsel in sehr einfacher Weise.

Der Herzmuskel und die grossen Gefässstämme bei kleinen Thieren haben eine viel geringere Widerstandskraft und ein viel engeres Lumen als die entsprechenden Theile beim Menschen. Sie können deshalb durch Druck viel leichter so stark comprimirt werden, dass ihr Lnmen stellenweise gänzlich oder annähernd verschwindet. Nun ist der Grad der Luftcompression, welchen die Autoren bei den Thieren in Anwendung brachten, $^1/_{22}$ Atmosphärendruck, schon für den Menschen ein ausserordentlich hoher, so hoch, dass ich ihn weder therapeutisch noch zu meinen physiologischen Untersuchungen zu benutzen wagte. Unverhältnissmässig energischer muss deshalb diese Wirkung auf den Circulationsapparat des kleinen Thieres sein. Die Annahme liegt ausserordentlich nahe, dass dieser starke Druck nicht nur die dünnwandigen Venen gänzlich comprimirt und den Zufluss neuen Blutes zum

---

1) Centralblatt für die med. Wissensch. No. 5. 1875: Die physiologische Wirkung der im Waldenburg'schen Apparate comprimirten Luft auf den arteriellen Blutdruck der Thiere.

rechten sowohl wie zum linken Herzen hindert, sondern dass er auch die intrathoracischen Arterienstämme so zusammenpresst, dass stellenweise ihr Lumen nahezu oder gänzlich verschlossen wird. Tritt dieser Zustand ein, so kann sich die Druckwirkung des Herzens, zumal wenn dasselbe nur wenig Blut zum Hinauspumpen besitzt, in den peripherischen Gefässen nicht mehr äusseren, und der Druck im Arteriensystem muss sofort stark sinken.

Es findet hier dasselbe Verhalten statt, wie ich es oben bei meinen Experimenten mit elastischen Häuten beschrieben habe. Sobald diese stark durchnässt sind, kann ihr Lumen durch den Druck der umgebenden comprimirten Luft vollkommen verschlossen werden, und das Manometer zeigt dann keine Drucksteigerung mehr an, mag man die Luft in der Umgebung auch noch so sehr comprimiren[1]).

Da die Wirkung eine rein mechanische ist, tritt sie ein, mögen die Vagi intact oder durchschnitten sein.

Die Beobaehtungen von Drosdoff und Botschetschkaroff stehen demnach keineswegs in irgend welchem Gegensatz zu den Resultaten meiner Untersuchungen, sondern harmoniren vielmehr ganz vollkommen mit ihnen.

Stethographische Beobachtungen.

Im Anschluss an die sphygmographischen Untersuchungen erwähne ich zugleich die ebenfalls von Haenisch[2]) ausgeführten vorzüglichen stethographischen Beobachtungen.

Haenisch bediente sich der stethographischen Methode (nach Riegel), um die Wirkung der Ausathmung in verdünnte Luft beim Emphysem zu studiren und graphisch darzustellen.

Die von ihm publicirten Curven beweisen auf das eclatan-

1) Vergl. S. 276.
2) a. a. O.

teste, wie die anfänglich abnorme Respirationscurve schon nach der ersten Anwendung der pneumatischen Heilmethode eine verbesserte Gestalt annimmt, wie dieselbe sodann im Verlaufe weniger Wochen allmälig ihre Form der normalen nähert und schliesslich kaum noch von der Respirationscurve eines gesunden Menschen zu unterscheiden ist.

Hand in Hand mit der Verbesserung der stethographischen Curve ging auch die Besserung und Heilung aller subjectiven Krankheitserscheinungen und der durch die übrigen diagnostischen Methoden (Percussion, Auscultation, Pneumatometrie) gewonnenen objectiven Symptome.

Die Stethographie bot demnach ein neues wichtiges Heilmittel, um die Wirksamkeit der pneumatischen Heilmethode zu beweisen.

Ich selbst habe bis jetzt keine stethographischen Untersuchungen angestellt.

Indicationen für die pneumatische Heilmethode.

Die Indicationen für die verschiedenen pneumatischen Behandlungsmethoden ergeben sich aus den mechanischen Wirkungen derselben. Sie sind demnach zweckmässig einzutheilen in

1. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Respiration,
2. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation herleiten lassen[1]).

Wir sahen, dass die comprimirte sowohl wie die verdünnte Luft bei der Inspiration nicht minder als bei der Expiration höchst bedeutungsvolle, in den Mechanismus der Respiration und Circulation tief einschneidende Wirkungen entfaltet, welche fast mit der Sicherheit physicalischer Gesetze auftreten und in dieser

1) Drittens kommen noch Indicationen, die mit der Wirkung auf das Gehörorgan im Zusammenhang stehen. Auf diese einzugehen verzichte ich.

Eigenthümlichkeit mit gleich exacter Sicherheit von anderen Heilmitteln bisher noch nicht beobachtet worden sind. Wir haben hiermit eine vollkommen neue Heilmethode gewonnen, welche die Respirations- und Circulationskrankheiten einer rein mechanischen Behandlung zugänglich macht. Diese neue Heilmethode besteht aus verschiedenen Medicationen, von denen jede eigenartig ist und demgemäss jede ihren besonderen Indicationen entspricht.

Wir werden sehen, dass diese Indicationen für die verschiedenen pneumatischen Behandlungsmethoden sich auf das präciseste feststellen lassen, und dass sie theilweise vollkommen neu sind, in dem Sinne, dass sie bislang niemals haben gestellt werden können, weil es unmöglich war sie zu erfüllen. Die neue Heilmethode gestattet thatsächlich, in exactester Weise Indicationen zu genügen, deren Erfüllung bisher gänzlich ausserhalb des ärztlichen Könnens gelegen hat.

Dazu kommt noch die Möglichkeit der genausten Dosirung des anzuwendenden mechanischen Heilmittels, einer Dosirung, welche sowohl der Krankheit als dem Individuum anzupassen ist.

Endlich ist noch erwähnenswerth, dass eine präcise Formulirung der Indicationen sehr wesentlich erleichtert ist durch die physicalischen Hülfsmittel, welche wir für die allgemeine und namentlich für die individuelle Diagnostik gewonnen haben. Mit richtiger Benutzung derselben wird auch eine strengere Individualisirung der Indicationen für die verschiedenen mechanischen Behandlungsmethoden ermöglicht.

In der That ist eine genaue Individualisirung bei der Anwendung der pneumatischen Heilmethode dringend nothwendig. Es sind im hohen Grade heroische Heilmittel, welche uns durch dieselbe geboten werden, und eben so bedeutend wie der therapeutische Erfolg bei richtiger Benutzung, eben so schädlich kann eine falsche oder übertriebene Anwendung derselben werden. Man hüte sich vor der Schablone! Dies kann ich nicht dringend genug empfehlen. Man richte die Behandlung ein nicht allein nach der allgemeinen Diagnose, sondern ganz besonders auch nach der Individualität des Falles!

Aus demselben Grunde möchte ich davor warnen, Laien den pneumatischen Apparat selbständig in die Hand zu geben. Wo der Arzt durch die Bettlägerigkeit oder das Zimmerhüten des Kranken oder aus anderen Gründen genöthigt ist, dem Patienten das Anschaffen des Apparats anzurathen, da behalte er sich die strengste Controle über die Anwendung desselben vor. Er verbiete strengstens jedes Experimentiren, jedes Hinausgehen über seine Vorschrift. Aehnlich als ob er irgend eine heroische Mixtur verschrieben hätte, von der er präcis angiebt, wie viel und wie oft davon genommen werden soll, verhalte er sich auch mit dem pneumatischen Apparat; er gebe die genausten Vorschriften über Art der Anwendung, Dosirung, Häufigkeit des Gebrauchs etc. So oft es ihm möglich und der Individualität des Kranken entsprechend überhaupt nothwendig ist, überwache er selbst den jedesmaligen Gebrauch, oder lasse dies durch zuverlässige Personen besorgen.

Ich musste all dies hervorheben, weil die Laien gar zu sehr geneigt sind, die pneumatische Heilmethode in Bezug auf die Möglichkeit, dass sie bei falscher Anwendung auch schaden könnte, allzu sehr zu unterschätzen. Es kommt kein sichtbarer Arzneistoff dabei in Frage, dessen Wirkung, als ihnen unbekannt, sie scheuen. Es ist nur Luft, die ein- oder ausgepumpt wird, und diese kann, so meinen sie, auch wenn nicht regelrecht benutzt, nicht sonderlich schaden. Sie sind deshalb zum Experimentiren hiermit geneigt, während sie beispielsweise mit verschriebenen Opium- oder Digitalispulvern sich zu derartigen Versuchen nicht herbeilassen. Auf all dies achte man, will man Erfolge erzielen!

Gehen wir nunmehr die einzelnen pneumatischen Methoden der Reihe nach durch:

1. Exspiration in verdünnte Luft.

A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Lungen und die Respiration ergeben.

Ein jeder, der die mechanischen Wirkungen der Exspiration in verdünnte Luft, wie ich sie oben ausführlich beschrieben habe,

studirt, muss zu dem Schlusse kommen, dass dieselben das vollständigste Gegenmittel darbieten gegen eine Krankheit, welche bisher für unheilbar galt, das Emphysem.

1. Emphysem. Beim Emphysem sind die Lungen über ihr natürliches Volumen ausgedehnt und haben die Kraft verloren sich zu retrahiren, die Vitalcapacität der Lungen ist wegen der mangelnden Retractionsfähigkeit und deshalb vergrösserten Residualluftraums gesunken, die Exspirationskraft ist insufficient, der Gasaustausch in den Lungen gestört, Dyspnoë vorhanden oder bei geringstem Anlass drohend. Diesen Krankheitssymptomen gegenüber bewirkt die Exspiration in verdünnte Luft: Verkleinerung des Volumens der Lungen und Erhöhung ihrer Retractionskraft, Vermehrung der vitalen Lungencapacität durch Verminderung der Residualluft, Hebung der Exspirationskraft, Beförderung der Lungenventilation und hiermit Beseitigung und Verhinderung der Dyspnoë.

Ich glaube nicht, dass es in unserem Arzneischatz noch irgend ein anderes Heilmittel giebt, welches allen Symptomen einer Krankheit auch nur in annähernder Weise so total entgegenwirkt, wie die Exspiration in verdünnte Luft dem Emphysem. Ich darf mit dem vollkommensten Rechte behaupten: die Exspiration in verdünnte Luft ist das specifische mechanische Antidot des Emphysems.

Mit der Einfügung des Begriffs „mechanisch" habe ich aber auch zugleich die Grenze der Wirksamkeit bezeichnet: So weit das Emphysem noch in mechanischen Störungen besteht, d. h. so weit es sich um Lungenectasie und verminderte Retractionskraft handelt, so weit bietet die Exspiration in verdünnte Luft ein vollständiges Remedium. Gegen die organischen Gewebsveränderungen dagegen, die bereits eingetreten sind, ist naturgemäss die mechanische Behandlungsmethode, gleich jeder anderen, ohnmächtig.

Im speciellen therapeutischen Theile dieser Arbeit werde ich zeigen, dass die eben ausgesprochenen Grundsätze in der Erfahrung ihre vollkommenste Bestätigung finden. Das Emphysem, eine bisher gänzlich unheilbare Krankheit, ist thatsächlich in der grössten Zahl der Fälle, welche ich behandelte, theils vollkommen

geheilt, theils radical gebessert worden. Sämmtliche Untersuchungsmethoden: Percussion, Auscultation, Inspection, Pneumatometrie, Spirometrie, eben so wie das subjective Befinden des Kranken zeigten in harmonischer Uebereinstimmung die Heilung oder Besserung an. Dagegen fehlte es aber auch nicht an Fällen — dieselben gehören aber zu den seltenern —, in denen wenig oder nichts erzielt wurde, weil bereits hochgradige Gewebsstörungen mit Sicherheit oder doch mit höchster Wahrscheinlichkeit angenommen werden mussten.

2. Bronchitis. Wir sahen,[1]) dass bei Bronchitis, auch wenn durch die übrigen Untersuchungsmethoden ein Emphysem noch nicht nachweisbar ist, doch gewöhnlich bereits eine insufficiente Exspiration besteht. Dass sich aus einer heftigen acuten Bronchitis oder einer langdauernden chronischen endlich ein wirkliches Emphysem entwickelt, ist hinlänglich bekannt. Diese Thatsache veranlasste mich in einzelnen Fällen verschleppter Bronchitis, sobald das Pneumatometer exspiratorische Insufficienz anzeigte, auch wenn sonst keine Zeichen von Emphysem vorlagen, die Exspiration in verdünnte Luft — neben der Inspiration comprimirter — zu versuchen.

Der Erfolg schien bei einigen Kranken die angewandte Therapie zu rechtfertigen. Andere Kranke dagegen vertrugen die Exspiration in verdünnte Luft nicht gut, indem sie durch dieselbe zu vermehrtem Husten veranlasst wurden.

Dies führt mich zu einer Wirkung dieser Methode, die ich noch keine Gelegenheit hatte zu erwähnen. Die Exspiration in verdünnte Luft wirkt nämlich gar nicht selten als kräftiges Expectorans. Auch diesen Effect halte ich für einen rein mechanischen. Mit dem Ansaugen der Luft aus den Alveolen passirt ein kräftigerer Luftstrom die kleinen und grossen Bronchien; durch denselben wird der Schleim mechanisch gelockert, die Schleimhaut gleichsam davon rein gefegt und der Auswurf des gelockerten Schleims erleichtert.

Die Folge der vermehrten Schleimablösung ist zunächst grös-

---

1) Vergl. oben S. 70.

serer Hustenreiz, den ich ganz gewöhnlich während der Exspiration in verdünnte Luft beobachtete. Einige Collegen, die ich zu behandeln Gelegenheit hatte, oder die an meinem Apparate experimentirten, berichteten mir ungefragt, dass sie deutlich ein Ablösen von Schleim an gewissen Stellen der Bronchien während der Exspiration fühlten, den sie dann unmittelbar nachher auswarfen. Dieser Husten während des Gebrauchs der verdünnten Luft zur Exspiration, welcher oft noch kurze Zeit (etwa bis zu $\frac{1}{2}$—1 Stunde) nachher andauert, ist für viele Patienten eine Annehmlichkeit, indem sie durch denselben den Schleim viel leichter expectoriren, als sie sonst selbst durch heftigeren Husten zu entleeren im Stande sind. Bei andern sehr empfindlichen Patienten dagegen, zumal wenn sie dyspnoëtisch sind, wird der Hustenreiz so gross, dass sie die Exspiration in verdünnte Luft nicht fortzusetzen vermögen. In solchen Fällen stehe man von derselben entweder ganz ab oder reducire sie in ihrem Grade und ihrer Dauer, oder lasse lange zwischen den einzelnen Athemzügen pausiren.

Dies ist auch mit ein Grund, weshalb Kranke mit Bronchialcatarrhen und Emphysem im Stadium starker Dyspnoë die Exspiration in verdünnte Luft schwer oder gar nicht auszuführen vermögen, während ihnen die Einathmung comprimirter Luft wohl gelingt und einen wohlthuenden Einfluss ausübt.

B. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Circulation ergeben.

Ich habe gezeigt, dass die Wirkungen der verdünnten Luft auf die Circulation in prägnanter Weise nur bei hohen Graden der Luftverdünnung für die Exspiration auftreten, dass dagegen für die Inspiration schon sehr geringe Grade zur Erzielung höherer Effecte genügen. Ich halte es deshalb für angepasst, in allen denjenigen Fällen, in welchen der mechanische Einfluss der verdünnten Luft auf das Herz und die Circulation therapeutisch verwerthet werden soll, nicht die Exspiration in verdünnte Luft — ausser wo gleichzeitig Emphysem vorhanden —, sondern vielmehr die Inspiration verdünnter Luft in Anwendung zu ziehen. Höhere Grade der Luftverdünnung für die Exspiration, wie sie zur Er-

zielung einer erheblichen Wirkung auf das Herz nothwendig wären, würden nämlich einen zu gewaltigen Effect auf die Lungen auszuüben, als dass man sie demselben auszusetzen wagen dürfte.

2. Inspiration comprimirter Luft.

A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Lungen und die Respiration herleiten.

Die comprimirte Luft dehnt, wie wir sahen, die Lungen und den Thorax aus, derart dass die mittlere Respirationsstellung der Lungen nach aussen rückt und dazu noch der Raum für die Complementärluft erweitert wird, sie erhöht auf diese Weise die vitale Lungencapacität, steigert sehr beträchtlich die Inspirationskraft und in geringerem Grade auch die Exspirationskraft, endlich vermehrt sie den Gasaustausch in den Lungen und wirkt einer vorhandenen oder drohenden Dyspnoë entgegen.

Diese Wirkungen der comprimirten Luft liefern Indicationen für zahlreiche Erkrankungen. Dieselben lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

> Die Inspiration comprimirter Luft ist bei allen denjenigen Erkrankungen indicirt, bei welchen die Lungen sei es durch Compression von aussen, sei es durch Gewebsstörungen im Innern, sei es durch mangelhafte Ausbildung oder Difformitäten des Thorax, ihr normales Volumen eingebüsst haben; sodann in allen Zuständen von Dyspnoë, mag dieselbe durch Erkrankungen der Lunge oder des Circulationsapparats, mag sie durch verminderten Zufluss von Luft zu den Lungen wegen Stenosirung der ersten Wege, endlich durch nervöse Störungen oder selbst durch Veränderungen der Blutmischung (Intoxications-Asphyxie) bedingt sein.

Von der Natur der vorhandenen Erkrankung wird es hierbei selbstverständlich abhängen, ob der durch die comprimirte Luft zu erzielende Nutzen nur symptomatisch und palliativ, oder ob er radical und nachhaltig sein kann.

Gehen wir nunmehr die wichtigsten hier in Betracht kommenden Krankheiten der Reihe nach durch.

1. Pleuritis und Empyem. Die pneumatische Methode kommt nur in Frage, so bald der acute Process abgelaufen ist und gewisse Residuen zurückgeblieben sind.

Am wichtigsten und hülfreichsten ist die Anwendung der comprimirten Luft bei pleuritischen Schwarten und dadurch bedingten Einziehungen des Thorax mit Compression der Lungen. Hier ist die Wirkung der comprimirten Luft, wie ich mich in einer Anzahl von Fällen überzeugte, nicht nur eine radicale, sondern die Heilung geht meist auch überraschend schnell von statten. Oft schon innerhalb weniger Wochen zeigte die Inspection, Percussion, Auscultation eben so wie die Pneumatometrie, Spirometrie und sogar die Brustmessung ein total verändertes Bild, so dass meist jede Spur der Erkrankung verschwunden war.

Solche Fälle bieten, gleich dem Emphysem, der pneumatischen Behandlungsmethode die glänzendsten Heilobjecte dar.

Die schnelle radicale Heilung ist leicht aus der mechanischen Wirkung der comprimirten Luft zu erklären. Indem diese auf die Lungen und den Thorax von innen heraus einen Druck ausübt, erweitert sie die collabirten Lungenpartien, macht dieselben wieder mehr lufthaltig, drückt die eingesunkene difforme Brustwand gleichsam nach aussen. Die pleuritischen Schwarten scheinen biegsam genug zu sein, um, wie die Erfahrung lehrt, diesem Drucke nachzugeben. Höchst wahrscheinlich wird unter demselben gleichzeitig ihre Resorption begünstigt; denn die Percussion vermag meist am Ende der pneumatischen Behandlung kaum noch eine Spur von Dämpfung nachzuweisen.

Schon bei weitem bescheidener ist die Wirkung der comprimirten Luft beim Empyem. Hier ist dieselbe nur anwendbar, wenn der in der Pleurahöhle eingeschlossene Eiter einen Weg nach aussen frei hat, also entweder bei spontan entstandener Thoraxfistel oder nach ausgeführter Thoracocentese.

Hier wird gleichfalls die comprimirte Lunge durch den Druck der verdichteten Luft von innen heraus entfaltet und der Ausfluss des Eiters aus der Fistelöffnung beschleunigt. Gegen den activen,

die Eiterung erzeugenden Process vermag dagegen die comprimirte Luft wohl nur wenig auszurichten. Möglicherweise hemmt sie indess die Secretion und die Eiterung, indem sie auf die Pleura und ihre Gefässe von innen heraus einen Druck ausübt und die beiden Blätter des Brustfells an einander presst. Dies ist jedoch noch Hypothese. Weitere Erfahrungen müssen lehren, ob sie begründet ist.

Ich habe bisher nur wenige derartige Fälle von Empyem behandelt: der Erfolg war in allen ein nachhaltig günstiger, wenigstens was die Entleerung des Eiters, die Entfaltung der Lungen und die dadurch erzielte Verbesserung der Dyspnoë betrifft; auch die Secretion schien vermindert zu werden. Eine radicale Beseitigung derselben habe ich jedoch in meinen Fällen bisher nicht erzielt.

2. An die Compression der Lungen durch Pleuritis schliessen sich die verschiedenen Formen der Lungen-Atelectase an. Dass die comprimirte Luft hier von unmittelbarem Nutzen sein muss, lässt sich erwarten. Ich hatte indess keine Gelegenheit practische Erfahrungen in dieser Beziehung zu sammeln.

3. Lungenschwindsucht und Anlage zu derselben.

Bei der Anlage zur Schwindsucht, dem sogenannten phthisischen Habitus, beobachten wir einen paralytischen Thoraxbau. Der Brustkasten ist in allen seinen Dimensionen, namentlich in seinen oberen Partien, weniger geräumig als bei gut constituirten Individuen. Neben der mangelnden Geräumigkeit ist auch der Thorax weniger beweglich, er macht bei tiefen Inspirationen nicht eine gleich ergiebige Excursion wie ein gut gebauter Brustkorb. Dem entsprechend ist auch die vitale Lungencapacität oft herabgesetzt und nicht minder die pneumatometrische Inspirationskraft. Grössere Anstrengungen vermag ein so constituirtes Individuum nicht zu ertragen, es kommt dabei leicht zur Dyspnoë.

Allen diesen Momenten wirkt die Inspiration comprimirter Luft unmittelbar entgegen, und sie scheint mir deshalb dringend indicirt. Ich möchte rathen, Individuen mit hereditärer Anlage zur Phthisis, oder auch sonstige jugendliche Individuen mit schwach gebauter Brust von Zeit zu Zeit methodisch mit comprimirter Luft

(und wie wir sehen werden, gleichzeitig mit Inspirationen verdünnter Luft) zu behandeln, etwa 2—3 mal jährlich je 2—4 Wochen lang. Ich habe mehrere junge Leute mit hereditär oder acquirirt phthisischem Habitus dieser Therapie unterworfen. Freilich bin ich weit entfernt zu behaupten, diese prophylactische Behandlung hätte in der That den Ausbruch der Phthisis bei ihnen verhütet, da kein Grund zu der Annahme vorliegt, dass sie ohne dies innerhalb der betreffenden Zeit wirklich phthisisch geworden wären. Ueberhaupt wird sich niemals für einzelne Fälle der Beweis führen lassen, dass eine prophylactische Therapie wirklich Nutzen geschafft hat. Hier können nur an sehr zahlreichen Individuen angestellte Beobachtungen, die sich auf eine lange Zeitreihe beziehen, einigermassen entscheiden. Ehe ein so grosses statistisches Material für unsere Therapie vorliegen kann, müssten Jahrzehnte vergehen, und zwar Jahrzehnte, in welchen sich dieselbe einer ganz besonderen Gunst erfreut.

In dieser Beziehung ist demnach die prophylactische Therapie bei phthisischem Habitus, was den Enderfolg betrifft, nämlich die Verhütung der Phthisis, für eine exacte Beweisführung wenig dankbar. Dennoch war in allen Fällen ein so entschiedener Nutzen nachweisbar, dass dieser schon der Mühe verlohnt. Ausnahmslos fand ich die vitale Capacität allmälig steigen, und zwar so weit, dass sie nicht nur der Norm entsprach, sondern oft sogar die höchsten Grade derselben erreichte; das Gleiche wurde mit der pneumatometrischen Inspirations- und Exspirationskraft beobachtet; die Brustmessung ergab entweder bereits eine Zunahme des oberen Brustumfangs, oder wo dies nicht der Fall war, doch stets eine Zunahme der Brustbeweglichkeit, besonders an den oberen Theilen des Thorax; auch die Inspection zeigte meist eine Verbesserung des Brustbaus und der Brustbeweglichkeit, auch eine Stärkung der Thoraxmusculatur. Dabei wurde das subjective Wohlbefinden und das Kraftgefühl merklich gesteigert, das Aussehen wurde verbessert, die Hautblässe trat zurück; der Appetit, wo er gesunken war, hob sich; auch bei Anstrengungen und Treppensteigen wurde keine Dyspnoë mehr verspürt; Bruststiche, wo sie bestanden hatten, verschwanden ganz.

Dies sind Resultate, die zu erzielen, sicherlich nicht gleichgültig ist. Aehnlichen Nutzen gewährt nur noch ein mehrmonatlicher Aufenthalt im Hochgebirge.

Bei schon ausgebrochener Lungenschwindsucht liegen die Verhältnisse anders. Hier sind zwar auch Lungen und Thorax weniger geräumig als normal. Es sind aber noch schwere organische Veränderungen im Lungenparenchym vorhanden, und die Volumenreduction der Lungen ist zum grossen Theil durch Verdichtungen des Lungengewebes bedingt. Hier kann der Nutzen der comprimirten Luft nur ein beschränkter sein. Derselbe kann symptomatisch die Dyspnoë bekämpfen, die vitale Capacität und die Athmungskraft heben, das noch gesunde Gewebe leistungsfähiger machen und dadurch vielleicht den Fortschritt der Krankheit hemmen. Möglicherweise kann noch, vermöge der Wirkung auf die Circulation, die Blutfülle im kranken Gewebe vermindert und dadurch dem Entzündungsprocess entgegengearbeitet werden. Hier sind wir jedoch auf dem Boden der Hypothese, den ich nicht weiter verfolgen will.

So viel geht aus meinen zahlreichen Beobachtungen als sicher hervor, dass wir bei Phthisis in der That sehr häufig einen Erfolg durch die pneumatische Methode erzielen, dass dieser Erfolg zuweilen erheblich, in der grössten Zahl der Fälle aber nur ein symptomatischer oder palliativer ist. Des Näheren verweise ich auf den therapeutischen Theil.

4. Bronchitis. Beim acuten oder chronischen Catarrh der kleinsten Bronchien sind dieselben ganz gewöhnlich in ihrem Lumen verengt, und deshalb ist der Zufluss von Luft zu den Lungenalveolen behindert. Diese Behinderung kann — zumal bei gleichzeitig sich ausbildendem Emphysem — so hochgradig werden, dass starke Dyspnoë und selbst Cyanose die Folge ist.

Die Inspiration comprimirter Luft wirkt diesem Hinderniss entgegen, indem sie unter einem gewissen Ueberdruck Luft durch die verengte Passage in die Lungenbläschen hineintreibt. Ausserdem wirkt sie höchst wahrscheinlich, wie Sommerbrodt[1]) mit

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 15 und 31. 1874.

Recht hervorhebt, durch ihren mechanischen Einfluss direct erweiternd auf die verengten Bronchen. Dazu kommt noch, wie wir sehen werden, der Einfluss der comprimirten Luft auf die Circulation, wodurch die Gefässe verengt und demgemäss antiphlogistisch gewirkt wird.

Die Praxis bestätigt thatsächlich diese theoretischen Erwägungen. Der Nutzen der comprimirten Luft bei heftiger Bronchitis ist oft überraschend gross, in den meisten Fällen mindestens günstig; jedoch auch gar nicht selten war er unbedeutend oder liess mich im Stich.

5. Asthma. Beim Asthma wirkt die comprimirte Luft in zwiefacher Weise nützlich:

Zunächst wirkt sie symptomatisch während des asthmatischen Anfalls selbst. Auch hier sind die kleinsten Bronchien verengt und zwar wohl grösstentheils durch spastische Contractionen der Bronchialmusculatur oder in anderen Fällen durch acute Schwellung der Schleimhaut der kleinsten Bronchien. Die comprimirte Luft wirkt mechanisch der Verengerung entgegen und treibt gewaltsam Luft in die Alveolen. Hiermit wird also dem Anfall selbst, während er besteht, direct entgegengearbeitet. Bei mehreren Patienten, die entweder im Anfall zu mir kamen, oder die sich einen pneumatischen Apparat angeschafft hatten, gelang es auf diese Weise, den Anfall entweder auf Stunden oder gänzlich zu coupiren. Bei sehr schweren Anfällen sind die Kranken dagegen oft nicht im Stande, die comprimirte Luft regelrecht zu gebrauchen, und müssen dann auf den Nutzen derselben verzichten.

Die zweite Wirkung der comprimirten Luft erstreckt sich auf die Anwendung derselben in der anfallsfreien Zeit zur Verhütung oder zum Hinausschieben oder zum Mildern der Anfälle.

Wir sehen, dass die Natur gleichsam in der Weise compensatorisch gegen das Asthma wirkt, dass sie den Brustraum durch den Zug der Inspirationsmuskeln erweitert und die mittlere Respirationsstellung hinausrücken macht. Hierbei wird aber Emphysem erzeugt, und die mangelnde Retraction der Lungen hebt den durch die Brusterweiterung gewonnenen Nutzen wieder auf. Die

Inspiration comprimirter Luft vermag den gleichen Nutzen zu schaffen ohne den Nachtheil.

Durch die comprimirte Luft wird nämlich, wie wir sahen, der Thorax in der Weise erweitert, dass der Raum für die Complementärluft ausgedehnt wird. Auch die mittlere Inspirationsstellung rückt weiter nach aussen, aber die Retractionskraft der Lungen bei der Exspiration ist nicht beeinträchtigt. Hat nun die comprimirte Luft in den asthmafreien Intervallen eine Zeit lang auf die Lungen eingewirkt, und es tritt nunmehr ein asthmatischer Anfall wieder auf, so finden die Inspirationsmuskeln einen weiteren Spielraum vor, um auf die Lungen zu wirken, und es kommt nicht so bald zu demjenigen hohen Grade der Dyspnoë, bei welchem der Thorax in seiner äussersten Inspirationsstellung angelangt ist und eine weitere Ausdehnung nicht mehr gestattet ist. Der Anfall wird demnach nicht so schnell zu seinem Maximum gelangen, die Dyspnoë wird geringer, der Anfall im ganzen milder sein. Besonders ist dies der Fall, wenn vorher dazu noch die Retractionskraft der Lungen gestärkt ist durch methodische Exspirationen in verdünnte Luft.

Die grössere Ausdehnung und erleichterte Retraction des Thorax scheint ausserdem auch die Anfälle hinauszuschieben oder zu verhüten. Wenigstens lehren dies meine Erfahrungen. Auf eine Erklärung dieser Thatsache verzichte ich.

6. Emphysem. In denjenigen Fällen von Emphysem, in denen nicht nur die Exspirations-, sondern bereits auch die Inspirationskraft gelitten hat, zumal wenn heftige chronische Bronchitis damit verbunden, ist neben der Exspiration in verdünnte Luft auch die Inspiration comprimirter Luft von Nutzen. Dieselbe hebt die Inspirationskraft und steigert die Ausdehnbarkeit des Thorax. Kommt es zu dyspnoëtischen Anfällen, so wird die gesteigerte Inspirationskraft und die vermehrte Ausdehnungsfähigkeit des Thorax die Arbeit der Inspirationsmuskeln erleichtern und sie ergiebiger machen; es wird ein grösserer Spielraum in der Bewegung des Thorax nach aussen (und durch die Exspiration in verdünnte Luft auch nach innen) vorhanden sein und deshalb die Dyspnoë nicht so hochgradig werden können.

Die Inspiration comprimirter Luft wirkt demnach nur prophylaktisch und symptomatisch, wogegen die Exspiration in verdünnte Luft gegen die Krankheit selbst radical ankämpft und das Emphysem reducirt oder beseitigt.

7. Stenosen der ersten Luftwege. Bei Stenose des Larynx oder der Trachea leiden die Kranken an Lufthunger: Es kann nicht Luft genug während des Actes der Inspiration die verengte Passage passiren, um die Lungen auszufüllen und um das Blut zu oxygeniren. Dadurch dass die eintretende Luft in einem quantitativen Missverhältniss steht zu der durch die Inspirationsmuskeln bewirkten Lungen- und Thoraxerweiterung, bildet sich eine erhebliche Luftverdünnung innerhalb der Lungen aus, was sich auch dadurch documentirt, dass der äussere Luftdruck den unteren Theil des Thorax nach innen drückt und auf diese Weise die bekannte inspiratorische Thoraxeinziehung bedingt.

Diesem krankhaften Verhalten wirkt die comprimirte Luft auf das directeste entgegen. Indem die durch die enge Passage strömende Luft nunmehr verdichtet ist, so tritt ein in demselben Verhältniss vermehrtes Luftquantum während des gleichen Zeitraums in die Lungen ein. Ist die Luftcompression, dem individuellen Falle entsprechend, stark genug, so kann sie den durch die enge Passage gesetzten Verlust decken oder selbst übercompensiren. Hiermit schwindet nothwendig der Lufthunger, die Luftverdünnung in den Lungen und das inspiratorische Eingezogenwerden des Thorax; es ist wieder Luft genug vorhanden, um die Lungen und das Blut zu ventiliren.

Man hat, glaube ich, hierbei nicht zu befürchten, dass, wenn auch durch die Inspiration comprimirter Luft das Zuströmen von Luft in die Lungen erleichtert wird, dann noch für die Exspiration ein Hinderniss des Luftausstossens zurückbleibt. Meine Beobachtungen zeigten nämlich[1]), dass bei Stenose der ersten Luftwege nur eine inspiratorische Insufficienz und keine exspiratorische besteht; für die Exspiration scheint also Kraft genug vor-

1) Vergl. S. 67.

handen zu sein, um das Hinderniss der verengten Passage zu überwinden.

Die Wirkung der comprimirten Luft bei Stenose ist freilich nur symptomatisch; aber sicherlich ist auch ein solches symptomatisches Mittel nicht zu verachten, um so weniger, als wir kein anderes, auch nur annähernd ihr gleichkommendes — nur die pneumatischen Cabinette und die Tracheotomie ausgenommen — besitzen.

Ob die comprimirte Luft auch durch mechanischen Druck auf die vorhandene Gewebsstörung günstig einzuwirken vermag, lasse ich dahin gestellt. Es scheint mir Vortheil genug, wenn wir durch die Anwendung der comprimirten Luft so lange Zeit gewinnen, bis wir durch Dilatation oder andere entsprechende Behandlung der Affection radical entgegenwirken können.

Ich habe bisher in mehreren chronischen Fällen, theils von syphilitischer Trachealstenose, theils von syphilitischer Laryngealstenose, theils von Lähmung der Glottis-Erweiterer ausserordentlich günstige Erfolge erzielt. Der augenblickliche symptomatische Erfolg war in allen Fällen überraschend: Lufthunger und Dyspnoë waren meist im Moment beseitigt und blieben es kürzere oder längere Zeit, bis zu mehreren Stunden nachher. Die Tracheotomie wurde auf diese Weise erspart, und ich gewann auch ohne sie Zeit, durch dilatirende Catheter, allgemeine und locale medicamentöse Behandlung oder durch Anwendung des elektrischen Stroms (bei inspiratorischer Glottisparalyse) das Grundleiden zu bessern.

8. Croup des Larynx und der Trachea. Die comprimirte Luft muss dem Croup gegenüber genau eben so wirken wie bei jeder anderen Stenose der ersten Luftwege, und ich glaube, aus diesem Grunde hat man die Pflicht, einen Versuch damit zu machen. Die mangelnden Erfolge, welche Hauke bei seinen Versuchen erhielt, dürfen nicht entmuthigen, das Verfahren weiter zu prüfen.

Freilich wird sich nur dann ein Erfolg hoffen lassen, wenn die Gefahr einzig und allein von der Stenose der ersten Luftwege herrührt, so namentlich bei dem echten Larynxcroup, der Laryngitis membranacea. Dagegen wird sich kaum viel erwarten

lassen bei der Diphtherie, wenn dieselbe auf den Larynx hinabgeschritten ist. Hat sich Croup oder Diphtherie bis in die kleinen Bronchien verbreitet, oder sind gar bereits die Lungen afficirt, so wird überhaupt jeder Versuch überflüssig sein.

Ein Hinderniss, den pneumatischen Apparat anzuwenden, wird noch durch den Umstand gegeben, dass am häufigsten Kinder an Croup und Diphtherie erkranken. Sind dieselben noch nicht verständig genug, um nach Vorschrift inspiriren und exspiriren zu können, so muss man von jedem Versuch abstehen. Das Unternehmen Hauke's, durch eine selbstregulirende Vorrichtung[1]) diesem Uebelstand entgegenzuwirken, hat sich ja leider nicht bewährt.

Es sind demnach sehr viele Schwierigkeiten vorhanden, um gerade solche Fälle auszusuchen, die sich für die pneumatische Behandlung ganz besonders eignen. Leider fehlte mir bisher die Gelegenheit, derartige passende Fälle zu behandeln; in anderen Fällen dagegen, welche mir von vornherein keine Hoffnung des Erfolges darboten, stand ich lieber, um das Verfahren nicht in Misscredit zu bringen, von jedem Versuche ab.

Bei der Behandlung des echten und des diphtherischen Croups mittelst der pneumatischen Methode möchte ich ganz besonders den Versuch anempfehlen, anstatt reiner comprimirter Luft comprimirten Sauerstoff zu benutzen. Man fülle in der oben beschriebenen Weise[2]) den Apparat ganz oder, was sicherlich genügt, zur Hälfte oder zu einem Drittel mit Sauerstoffgas an, während der übrige Theil des Cylinders mit atmosphärischer Luft gefüllt wird, comprimire diese Gasmischung und lasse sie inspiriren.

9. Asphyxie durch Chloroform-, Kohlenoxyd- und andere ähnlich wirkende Vergiftungen, desgleichen beim Scheintod nach Ertrinken, Erhängen, Hineinfliessen von Blut in die Bronchien bei Operationen und dergleichen mehr. Hier lässt sich der pneumatische Apparat zur Einleitung der künstlichen

1) Vergl. S. 121.
2) Vergl. S. 161.

Athmung verwerthen, und sicherlich wird er für diesen Zweck von keiner der sonst üblichen Vorrichtungen übertroffen. Natürlich wird er nur dort gebraucht werden können, wo er zur Hand ist, und deshalb möchte seine Aufstellung in chirurgischen Operationssälen, Rettungsanstalten, Kliniken dringend zu empfehlen sein.

Ich selbst besitze in dieser Beziehung keine Erfahrungen.

Während des Druckes dieser Arbeit veröffentlicht Störk[1]) einen interessanten Fall von Asphyxie, bewirkt durch Herabfliessen von Blut im Verlaufe der Tracheotomie. Er hatte seinen Respirationsapparat zur Hand und benutzte denselben zunächst zum Auspumpen des Blutes aus den Bronchien, sodann zum Einblasen comprimirter Luft und zur Einleitung der künstlichen Athmung. Dem Verfahren „verdankt die Kranke thatsächlich ihr Leben".

B. Indicationen, die aus der Wirkung der comprimirten Luft auf das Herz und die Blutcirculation resultiren.

Meine Untersuchungen ergaben, dass die comprimirte Luft die Herzkraft und den Druck im Aortensystem steigert, den Blutzufluss zu den Körperarterien vermehrt, den Blutabfluss aus den Körpervenen vermindert und dadurch die Blutvertheilung in der Weise ändert, dass die im Thorax eingeschlossenen Organe, in specie die einzelnen Abtheilungen des Herzens, die grossen Gefässstämme und die Lungen von Blut entlastet werden und der grosse Kreislauf den Ueberschuss des Blutes erhält. Wir haben diese letztere Wirkung gleichsam mit einem intrathoracischen Aderlasse vergleichen können, wobei das dem kleinem Kreislauf entzogene Blut nicht dem Organismus verloren geht, sondern die Blutfülle des übrigen Körpers vermehrt.

Diese Wirkungen der comprimirten Luft sind so eigenartig und dabei so bedeutsam, dass sie uns gestatten, gewissen sehr häufigen Krankheitszuständen in directester Weise entgegenzutreten, denen wir bisher fast machtlos gegenübergestanden; denn eben

1) Wiener med. Wochenschr. No. 6. 1875. Sitzungsbericht der Gesellsch. der Aerzte in Wien vom 22. Januar 1875.

so eigenartig und bedeutsam wie die Wirkungen, sind naturgemäss auch die Indicationen.

Die comprimirte Luft ist indicirt bei allen denjenigen Erkrankungen, bei denen es sich darum handelt:

1. die Spannkraft des Herzens und dem entsprechend den Druck im Aortensystem zu erhöhen;
2. das Ausströmen des Blutes aus dem Herzen zu erleichtern;
3. das Abfliessen des Blutes aus den Körpervenen ins Herz zu erschweren;
4. das Herz und die Lungen von Blut zu entlasten;
5. die Blutfülle im grossen Kreislauf zu vermehren.

Diese allgemeinen Gesichtspunkte eröffnen uns eine weite Perspective für die speciellen Indicationen der comprimirten Luft. Im Interesse der neuen therapeutischen Methode wünsche ich indess, dass wir uns vorläufig eine gewisse Beschränkung auferlegen und die Indicationen nicht allzu sehr ausdehnen; denn oft genug haben wir es in der Wissenschaft erlebt, dass etwas wahrhaft Gutes und Nützliches in seiner Entwicklung gehemmt wurde dadurch, dass man von Anfang an übertrieb und sich ins Weite verirrte. Viel besser ist es, wir arbeiten von Anfang an mehr in die Tiefe als in die Breite, wir stellen die Indicationen anfänglich lieber zu eng als zu weit und überlassen es der späteren Entwicklung, allmälig das Gebiet auszudehnen.

Aus diesen Gründen werde ich mich mit Fleiss davon fernhalten, die mannigfachen speciellen Indicationen, selbst solche, die sich aus den allgemeinen Gesichtspunkten von selbst zu ergeben scheinen, erschöpfend aufzuzählen und mich vielmehr nur auf diejenigen beschränken, die am nächsten liegen, und über die ich theilweise bereits Erfahrungen gesammelt habe. Es sind die Erkrankungen des Herzens und des Respirationstractus, auf die ich allein näher eingehe, während ich von den Erkrankungen der übrigen Organe — mit einer einzigen Ausnahme — vollständig absehe.

1. Herzkrankheiten. Auf das Herz wirkt die comprimirte Luft, wie ich zeigte, ganz eben so direct mechanisch ein,

wie auf die Lungen, und deshalb bilden die Erkrankungen des Herzens nicht minder wie die der Lungen den eigentlichsten Angriffspunkt der pneumatischen Heilmethode.

Unter allen Herzaffectionen sind es besonders zwei chronische Erkrankungen, gegen welche die comprimirte Luft eine bedeutende Wirkung entfaltet:

a) die Insufficienz der Mitralklappen,

b) die Stenosis ostii venosi sinistri.

Bei diesen beiden Erkrankungen ist zunächst der linke Vorhof und der gesammte Lungenkreislauf mit mehr Blut als normal erfüllt. Die Blutstauung erstreckt sich sodann zurück auf die rechte Herzkammer, welche durch allmälige Dilatation und Hypertrophie eine gewisse Compensation herbeizuführen vermag. Aber selbst wenn diese Compensation zu Stande gekommen ist, ist die vermehrte Blutfülle in den Lungen und im linken Vorhof immer noch nicht beseitigt; sie besteht vielmehr fort, es hat sich ein Gleichgewichtszustand ausgebildet derart, dass der linke Vorhof eben so wohl wie die rechte Herzkammer dem vermehrten Blutgehalt der Lungen entsprechend dilatirt sind und der hypertrophische Herzmuskel — sowohl der rechten Herzkammer wie des linken Vorhofs — die durch das Herzleiden gesetzten Widerstände zu überwinden vermag.

Ist die Compensation eine vollständige, so liegt zwar für den Arzt keine dringende Veranlassung vor einzuschreiten. Aber dennoch wird eine Einwirkung nützlich sein, sobald es durch unsere Heilmethode gelingt, den kleinen Kreislauf von Blut zu entlasten. Dies geschieht, wie wir sahen, durch den Einfluss der comprimirten Luft. Wir sind mittelst derselben im Stande, das Kreislauf-Gleichgewicht derart zu modificiren, dass ein gewisses Quantum Blut dem Herzen und dem kleinen Kreislauf entzogen und dafür dem grossen Kreislauf zugeführt wird.

Die comprimirte Luft wirkt also dem abnormen Kreislaufs-Gleichgewicht, wie es durch die Krankheit gesetzt wurde, radical entgegen, und wir vermögen demnach durch unsere Heilmethode eine der Norm entsprechende Blutvertheilung herzustellen. Ist nun, unserer Annahme gemäss, eine Compensation bereits vor-

handen, so wird diese im Stande sein, den Kreislauf in demjenigen neuen Gleichgewichtszustand zu erhalten, in den wir ihn versetzt haben, d. h. den Zustand der normalen Blutvertheilung zu bewahren — so lange bis irgend eine Gelegenheitsursache sie von neuem stört. Die Wirkung der comprimirten Luft, obgleich nur kurze Zeit angewendet, wird auf diese Weise trotzdem eine nachhaltige sein können.

Die obige Betrachtung giebt uns zugleich einen Fingerzeig, auf welche Weise die Natur selbst die genannten Herzleiden aufs vollständigste zu compensiren vermag, derart dass nicht nur die Widerstände im linken Ostium venosum durch Hypertrophie und Dilatation des linken Vorhofs und des rechten Ventrikels überwunden, sondern auch eine der Norm mehr angepasste Blutvertheilung hergestellt wird. Dies kann nur geschehen durch nachträgliche Hypertrophie auch des linken Ventrikels, durch welche dieser befähigt wird, eine grössere Blutmenge ins Aortensystem einzupumpen und dadurch den kleinen Kreislauf zu entlasten. In der That beobachten wir häufig bei alten Klappenfehlern des Ostium venosum sinistrum Hypertrophie des linken Ventrikels, die auf andere Weise nicht erschöpfend zu erklären wäre. Aus den vermehrten Widerständen lässt sie sich nicht herleiten, es müsste dann die Rückstauung von den Lungen in die rechte Herzhälfte schon so bedeutend geworden sein, dass der Abfluss des Bluts aus den Körpervenen ins rechte Herz gehemmt ist. Dies trifft aber in denjenigen Fällen, wo die Hypertrophie beobachtet wird, noch keineswegs zu.

Ist die Compensation auch des Blutkreislaufs schon total durch die Natur bewirkt, dann ist freilich die comprimirte Luft überflüssig.

Noch viel erheblicher ist der Nutzen der comprimirten Luft, wenn entweder die Compensation überhaupt noch nicht eingetreten oder nicht vollendet, oder eine bereits vorhandene Compensation gestört ist.

Vergegenwärtigen wir uns die Folgen einer nicht vorhandenen oder nicht vollendeten Compensation: Der linke Vorhof wird mit Blut überfüllt, sei es wegen behinderten Abflusses bei Stenosis ostii venosi sinistri, sei es wegen vermehrten Zuflusses während seiner Diastole bei Insufficienz der Mitralklappen. Die Musculatur des linken Vorhofs ist nicht stark genug, während ihrer Systole eine genügende Blutmenge in die linke Herzkammer einzutreiben. Die linke Herzkammer macht angestrengte und doch in ihrer Wirkung theils ungenügende theils vergebliche Contractionen, um das Aortensystem mit Blut, welches sie selbst in zu geringer Menge zugeführt erhält, zu versorgen; es kommt dadurch zu Herzpalpi-

tationen und oft zu aussetzendem oder unregelmässigem Pulse. Die Blutüberfüllung setzt sich nothwendig auf die Lungen fort, und die Musculatur des rechten Ventrikels ist nicht stark genug, um die vis a tergo genügend zu erhöhen und dadurch eine Gegenwirkung gegen das Rückstauen des Blutes in den Lungen darzubieten. Es wird auf diese Weise die Blutfülle in den Lungen zu einem gewissen Maximum ansteigen und dadurch die Gefahr einer Haemoptoë bedingt werden. Zugleich wird wegen der Ueberladung der Lungencapillaren mit Blut, und weil nicht genügend Blut aus den Lungen und aus dem linken Ventrikel abfliesst, die Oxygenirung und Decarbonisation des Blutes gehemmt; es entsteht Dyspnoë und Cyanose. Sind die Widerstände im linken Herzen gross genug, so wird wegen des gestörten Abflusses des Blutes aus den Lungen auch die rechte Herzhälfte mit Blut überfüllt und die Rückstauung setzt sich auf die Körpervenen fort, welche ihr Blut nicht genügend zu entleeren vermögen. Es kommt dann zu den bekannten Störungen in entfernten Organen, zu den Symptomen von Seiten der Nieren, des Intestinaltractus u. s. w., worauf ich nicht näher einzugehen brauche.

In diesen Kreislaufsstörungen liegt die hauptsächlichste Gefahr des Herzleidens, und können wir diesen entgegenwirken, so haben wir die Gefahr beschworen. Gegen das eigentliche organische Herzleiden an sich, d. h. gegen die Gewebsveränderungen des Herzens sind wir ja leider vollständig ohnmächtig.

Die comprimirte Luft ist nun nach den von mir erörterten Wirkungen in der That ein wahrhaftes Antidot gegen die vorhandenen Kreislaufsstörungen.

Zunächst erhöht sie die Herzkraft und zwar nicht minder die Thätigkeit der Ventrikel wie der Vorhöfe, der rechten wie der linken Herzhälfte. Sie übt demnach, während der Dauer ihrer Anwendung, ganz dieselbe Wirkung aus wie eine Compensation durch verstärkte Herzmusculatur. Indem sie nun dem rechten Ventrikel die Arbeit erleichtert, ihn stärker contrahirt, vermehrt sie die vis a tergo in den Lungen, fördert den Blutlauf in denselben und treibt mit grösserer Kraft das Blut aus den Lungenvenen in die linke Vorkammer. Diese selbst contrahirt sich nun-

mehr mit grösserer Kraft und führt dem linken Ventrikel mehr Blut zu als zuvor, welches dieser hinwiederum mit verstärkter Kraft in die Aorta befördert. Andererseits entlastet sie — und diesen grossen Vorzug hat sie selbst vor der natürlichen Compensation voraus — den rechten Vorhof und die rechte Herzkammer von Blut, weil aus den Körpervenen weniger Blut aspirirt wird. Die früher überfüllte rechte Herzkammer und Vorkammer erhalten dadurch eine wesentliche Erleichterung, sie werden nicht mehr so stark wie früher während der jeweiligen Diastole über ihr normales Volumen ausgedehnt, sondern ihr Inhalt wird entsprechend dem Druck der comprimirten Luft, dem geringeren Zufluss und dem vermehrten Abfluss von Blut auf ein geringeres Volumen reducirt. Zugleich werden nothwendigerweise auch die Lungen von Blut entlastet, und es stellt sich ein mehr der Norm sich nähernder Zustand ein.

Der Herstellung eines geregelteren Kreislaufs entsprechen auch die Symptome. Die Herzpalpitationen und das häufige Aussetzen des stets leeren, kleinen Pulses, dadurch bedingt, dass die linke Herzkammer nicht Blut genug enthielt, um eine wirksame Systole auszuführen und das Aortensystem normal zu füllen, lassen nach. Zuweilen habe ich die Symptome wie mit einem Zauberschlage verschwinden sehen — freilich um früher oder später wiederzukehren. Der Puls, bisher klein, eng, fast fadenförmig, leicht zusammendrückbar, häufig aussetzend, wurde unmittelbar während des Gebrauchs der comprimirten Luft und unmittelbar nachher sofort grösser, voller, härter und sogar regelmässig; das Herzklopfen wurde weniger gefühlt.

Als weitere Folge tritt ein Nachlass der Dyspnoë und der Cyanose auf.

Selbstverständlich wird es von dem Grade des Leidens abhängen, wie viel wir überhaupt noch zu erreichen vermögen.

Zunächst muss der Kranke noch einen gewissen Vorrath von Kräften besitzen und nicht allzu hochgradig dyspnoëtisch sein, um überhaupt noch in regulärer Weise die comprimirte Luft inspiriren und von ihren Wirkungen Nutzen ziehen zu können.

Sodann hängt es davon ab, wie weit die Kreislaufsstörungen

sich erstrecken, und ob nicht bereits Veränderungen der Blutmischung (Hydrämie) und tief greifende Störungen in entfernten Organen (Nieren-Affection, Albuminurie) eingetreten sind. Je mehr sich bereits diese secundären Erscheinungen ausgebildet haben, um so weniger Nutzen ist von der Einwirkung der comprimirten Luft zu hoffen, obgleich dieselbe auch in solchen Fällen noch häufig sehr wesentliche symptomatische Besserung zur Folge hat.

Es kann zweifelhaft erscheinen, ob, wenn bereits eine Rückstauung des venösen Blutes im grossen Kreislauf in Folge hochgradiger Compensationsstörung eingetreten ist, überhaupt noch die comprimirte Luft am Platze und indicirt ist. Diese letztere hindert ja noch mehr den Abfluss des Blutes aus den Körpervenen und vermehrt die Blutfülle im grossen Kreislauf. Ist sie deshalb nicht in jenen Fällen hochgradiger Compensationsstörung contraindicirt?

Ich glaube dies nicht, wenn ich auch nicht läugnen mag, dass unter den genannten Umständen ihre Wirksamkeit bei weitem geringer ist als in denjenigen Fällen, in welchen eine beträchtliche Stauung im grossen Kreislauf sich noch nicht vollzogen hat.

Die comprimirte Luft wird in der That zunächst den Rückfluss des Blutes aus den Körpervenen in die rechte Vorkammer noch mehr hemmen. Aber zugleich wird sie auf die oben angegebene Weise durch Erleichterung der Herzarbeit und Steigerung der vis a tergo zunächst dem linken Vorhof sein Blut kräftiger in den linken Ventrikel entleeren helfen. Hiermit werden gleichzeitig die Lungen und rückwärts auch der rechte Ventrikel und der rechte Vorhof von Blut ergiebiger entleert, und der rechte Vorhof gewinnt deshalb mehr Raum zur Aufnahme neuen Blutes aus den Körpervenen. Dieses Moment der besseren Entleerung des rechten Vorhofs und der Raumschaffung für den Zufluss neuen Blutes wird sicherlich das durch die comprimirte Luft bewirkte Hinderniss des Blutabflusses mehr als compensiren.

Hierzu kommt noch die gesteigerte vis a tergo, welche vom linken Ventrikel ausgeht. Unter dem Einfluss der comprimirten Luft wirkt dieser mit verstärkter Kraft, erhöht den Druck im Aortensystem und führt zudem noch eine grössere Blutmenge den

Körperarterien zu als bisher. Diese Steigerung der vis a tergo, die früher meist auf ein Minimum reducirt war, hilft nun gleichfalls das venöse Blut gegen die rechte Herzkammer hin in Bewegung setzen. Der früher gehemmte Kreislauf wird auf diese Weise beschleunigt, indem eine neue treibende Kraft sich in ihn einschaltet.

Mit der Beschleunigung des Kreislaufs wird die Ventilation der Blutgase nothwendig gesteigert, der Dyspnoë wird entgegengewirkt, die Blutmischung wird verbessert, und dem entsprechend tritt ein Nachlass aller von dem gestörten Kreislauf abhängigen Symptome ein.

Ob endlich die regelmässige Anwendung der comprimirten Luft die abnorme Blutvertheilung, wenn sie bereits sehr hochgradig gestört, noch annähernd bis zur Norm zurückführen kann, ist für die schwersten Fälle sicherlich zweifelhaft. Jedenfalls aber leistet sie selbst hier noch mehr, als irgend eine andere Heilmethode im entferntesten vermag.

Kehren wir wieder zu den weniger schweren Fällen zurück, in welchen die comprimirte Luft thatsächlich die krankhafte Blutvertheilung zu einer der Norm sich nähernden überführt und durch ihre Wirkung den Effect des organischen Herzleidens compensirt. Geht in diesen Fällen der heilsame Einfluss der comprimirten Luft nicht sofort vorüber, wie diese einzuwirken aufhört?

Mit nichten. Bei der Betrachtung der mechanischen Wirkungen der verschiedenen pneumatischen Methoden habe ich bereits zu beweisen mich bemüht, dass dieselben keine schnell vorübergehenden sind, sondern nothwendig die Zeit der Application mehr oder weniger lang überdauern [1]). Hierin liegt der grosse Werth der pneumatischen Heilmethode, ohne welchen sie kaum zu irgend einer Bedeutung gelangen könnte. Die Nachwirkung ist es, die zur Geltung kommt.

Während der Anwendung der comprimirten Luft ist die krankhafte Blutvertheilung in eine mehr der Norm sich nähernde verwandelt worden. Diese kann nicht sofort wieder in die abnorme überspringen, sondern nur ganz allmälig in dieselbe über-

---

1) Vergl. S. 247 ff.

gehen, vorausgesetzt dass nicht plötzlich störende Einflüsse einwirken.

Dadurch nun, dass von Zeit zu Zeit, etwa täglich oder seltener, die comprimirte Luft immer wieder methodisch angewendet wird, erhält man eine Kette von Wirkungen, die immer länger und energischer nachdauern, bis der Effect zu einem anhaltenden, oder wenigstens vorläufig anhaltenden wird.

Unterdess gewinnt das Herz Zeit, seine Compensation zu vollenden oder seine gestörte wieder herzustellen.

Zudem kommt noch der nachhaltig heilsame Einfluss der comprimirten Luft auf die Herzmusculatur[1]) selbst, indem eine allmälige Kräftigung derselben bewirkt, also die Herstellung der Compensation unterstützt und beschleunigt wird.

Ich glaube hiermit vollkommen die oft überraschend günstigen Erfolge der comprimirten Luft bei den genannten Herzfehlern, wie ich sie häufig in praxi beobachtete, erklärt zu haben. Leider aber, dies muss ich hinzufügen, ist die Wirkung immer nur eine zeitweise, freilich oft auf Monate oder selbst länger vorhaltend, bis eine Gelegenheitsursache das Kreislaufgleichgewicht von neuem zu stören beginnt.

Die condensirte Luft ist selbstverständlich bei Herzleiden kein Radicalmittel — wie sie es beispielsweise bei Lungencompression durch pleuritische Schwarten, oder wie es die Exspiration in verdünnte Luft bei Emphysem ist —, sondern sie ist nur ein symptomatisches und Palliativmittel. Gegen die organische Herzerkrankung direct anzukämpfen, liegt nicht in ärztlicher Macht; aber da es ja nicht das organische Leiden an sich ist, welches die Gefahren bedingt, sondern — abgesehen von Embolien und anderen secundären Störungen — fast einzig und allein die Kreislaufstörung, so sind wir durch die pneumatische Heilmethode in den Stand gesetzt, indem wir die Kreislaufstörung zu beseitigen vermögen, auch allen Symptomen des Herzleidens entgegenzuwirken.

Eine derartig volle symptomatische Einwirkung kommt in

1) Vergl. S. 251.

ihrem Effect fast einer curativen Wirkung gleich, nur dass sie auf eine beschränkte Zeit und nicht radical für immer vorhält.

Gleichwohl könnte selbst die Frage auftauchen, ob eine vorhandene Stenose thatsächlich nicht auch gebessert, d. h. die verengte Stelle mechanisch erweitert werden kann unter dem Einfluss des stärkeren Druckes, mit welchem das Blut durchgetrieben wird. Ich halte diese Frage a priori keineswegs für absolut verneinbar, wenn auch in praxi kaum zu beantworten. Die Möglichkeit scheint mir allerdings zugegeben werden zu müssen. Freilich müsste man dann annehmen, dass überhaupt jeder Zustand, welcher den Druck der durch die Stenose durchströmenden Flüssigkeit steigert, auch möglicherweise das stenosirte Ostium allmälig mehr oder weniger zu erweitern vermag. Ein solcher Zustand wird aber nicht allein durch die comprimirte Luft, sondern auch durch die von der Natur bewirkte Compensation mittelst Hypertrophie der Herzmusculatur herbeigeführt.

c. Bei Erkrankungen der Aortenklappen ist die Wirkung der comprimirten Luft eine analoge. Stenose der Aortenklappen habe ich bisher nicht zu beobachten Gelegenheit gehabt, dagegen einige Fälle von Insufficienz der Aortenklappen.

Die Wirkung der comprimirten Luft trat zwar auch in diesen Fällen hervor, jedoch nicht so regelmässig und viel weniger ausgesprochen, auch minder nachhaltig als bei Stenose und Insufficienz der Mitralklappe.

Den Grund für diese Beobachtung suche ich hauptsächlich in folgenden Momenten: In denjenigen Fällen von Insufficienz der Aortenklappen, welche ich in Behandlung bekam, war bereits der linke Ventrikel hochgradig hypertrophirt. Je dicker nun die Herzwandung ist, um so weniger ist sie elastisch und der Druckwirkung der comprimirten Luft unterworfen. Ausserdem erstreckt sich bei der genannten Krankheit die Blutstauung für gewöhnlich nicht bis in die Lungen hinein, sondern findet an der Mitralklappe ihre Begrenzung, und die sich ausbildende Hypertrophie des linken Ventrikels sucht den Widerstand zu compensiren. Die comprimirte Luft könnte also nur ihre Wirkung auf den linken Ven-

trikel direct ausüben, und hier gerade ist ihr Effect beschränkt oder vielleicht selbst auf ein Minimum reducirt. Tritt nun eine Compensationsstörung dadurch ein, dass der hypertrophische Herzmuskel fettig zu degeneriren beginnt, so wird auch auf diesen die comprimirte Luft wenig Einfluss ausüben können.

Ist nun gar die Compensation so wenig ausreichend, dass eine Rückstauung des Blutes bis in die Lungen und die rechte Herzhälfte stattfindet, so wird man freilich durch die comprimirte Luft einen palliativen Nutzen schaffen können; aber hier hat man zugleich die allerhochgradigsten Fälle vor sich, bei denen auf einen weitgreifenden Erfolg überhaupt nicht mehr zu rechnen ist.

Andererseits ist in allen denjenigen Fällen, in welchen eine vollkommene Compensation durch Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels hergestellt ist, und wobei sich die Kranken subjectiv wohl befinden, die Anwendung der comprimirten Luft überflüssig. Hier ist bereits der Druck im Aortensystem so sehr verstärkt, dass es unnöthig, ja bei manchen Individuen (hauptsächlich mit nicht ganz intacten Arterienwandungen) sogar schädlich ist, den Druck durch Anwendung der comprimirten Luft noch weiter zu steigern.

Wir sehen demnach, dass bei Insufficienz der Aortenklappen die Indicationen für die condensirte Luft ziemlich complicirt, jedenfalls nicht so einfach sind, wie bei Erkrankungen des Ostium venosum sinistrum, und dass sie nur für ausgesuchte Fälle überhaupt in Kraft treten.

d. Klappenerkrankungen in der rechten Herzhälfte. Ich hatte bisher leider keine Gelegenheit, derartige Fälle zu beobachten und kann deshalb nur meine theoretische Ansicht aussprechen.

Im ganzen halte ich bei Erkrankungen der Pulmonalarterienklappen oder des Ostium venosum dextrum vornehmlich die verdünnte Luft für indicirt. Indess kann auch hier eine Combination mit der comprimirten Luft von Nutzen sein. Ich komme später hierauf zurück.

e. Fettherz. Ich habe bisher einige wenige Fälle von exquisitem Fettherz mit comprimirter Luft behandelt und theils

einen schnell vorübergehenden symptomatischen, theils gar keinen Nutzen beobachtet. Jedenfalls ist hier grosse Vorsicht bei der Anwendung der pneumatischen Methode geboten. Einerseits lässt sich zwar ein symptomatischer Erfolg in der Weise erwarten, als die gesunkene Herzkraft momentan unterstützt wird. Andererseits aber ist zu befürchten, dass der fettig degenerirende Herzmuskel einen stärkeren Druck schwer erträgt. Ob der Fortschritt des Leidens dadurch in etwas gehemmt werden kann, dass mittelst der comprimirten Luft zeitweise die Oxygenation des Blutes und die Blutvertheilung gebessert wird, ist zweifelhaft, aber nicht unmöglich.

Ich glaube demnach, dass weitere Versuche immerhin zu machen sind, dass bei denselben aber die grösste Vorsicht obwalten muss. — Bei meinen Versuchen habe ich einen Schaden nicht beobachtet, weil ich mich stets mit sehr mässiger Anwendung und mit geringem Druck begnügte, auch häufige Ruhepausen eintreten liess. Uebertreibung kann gerade in diesen Fällen sicherlich eine nicht wieder gut zu machende Gefahr herbeiführen.

2. Hyperämien und Entzündungen des Lungengewebes. Von acuten Entzündungen, namentlich der genuinen croupösen Pneumonie, ist vollständig abzusehen; es kommen deshalb nur chronische oder subacute Entzündungen in Betracht, vornehmlich die einfache Lungenphthisis, die ja, wie nunmehr zur Genüge erwiesen, in der weitaus grössten Zahl der Fälle entzündlicher Natur ist.

Wir sahen bereits oben, dass die Einathmung comprimirter Luft ihrer Wirkung auf die Respiration wegen bei Lungenphthisis indicirt ist. In ihrer Wirkung auf die Circulation gewinnen wir einen weiteren Anhaltspunkt.

Der Entzündung des Lungengewebes geht eine locale Hyperämie voran und begleitet sie. Durch die Inspiration comprimirter Luft wird, wie wir sahen, ein Druck auf die intrathoracischen grossen und kleinen Blutgefässe ausgeübt, und es werden die Lungen von Blut entlastet. Die comprimirte Luft, so drückte ich mich aus, wirkt wie ein auf die Lungen applicirter Aderlass; sie ist deshalb ein directes Antidot gegen Hyperämie und Entzündung

der Lungen, oder mit anderen Worten ein Antiphlogisticum bei drohenden oder bestehenden Entzündungen der im Thorax eingeschlossenen Organe.

Ueber die Wirksamkeit der comprimirten Luft bei Phthisis habe ich mich bereits oben ausgesprochen und werde noch später ausführlicher darauf zurückkommen. Wie viel in denjenigen Fällen, in welchen ein Nutzen durch die comprimirte Luft zu beobachten ist, auf Rechnung der circulatorischen Wirkung (sit venia verbo), wie viel auf die der respiratorischen kommt, lässt sich schwer oder vielmehr — wenigstens bis jetzt — überhaupt nicht entscheiden. Hier lässt also die Praxis zur Bestätigung oder Verneinung der obigen Theorie im Stich.

In der That lege ich bei der Anwendung der comprimirten Luft in der Phthisis ein viel grösseres Gewicht auf die respiratorische als auf die circulatorische Wirkung, und dies um so mehr, als die letztere in vielen Fällen mir sogar unerwünscht scheint.

Nach meiner, auch mit den Ansichten anderer übereinstimmenden Anschauung, die freilich noch hypothetischer Natur ist, wird das Auftreten der Lungenphthisis, namentlich die Verkäsung der Entzündungsproducte, durch Blutmangel in den Lungen begünstigt[1]). Vermindert nun die comprimirte Luft den Blutgehalt in den Lungen noch weiter, so wirkt dies jener Hypothese zufolge schädlich.

Aus dieser Erwägung combinire ich, wo der Kräftezustand des Kranken es erlaubt, und wo keine floriden Entzündungsheerde vorhanden, auch keine Haemoptoë zu befürchten ist, grösstentheils die Inspirationen verdünnter Luft mit denen comprimirter. Ausnahmslos thue ich dies ganz besonders, wenn ich die pneumatische Behandlungsmethode als Prophylacticum bei phthisischem Habitus in Anwendung ziehe.

Hier wird durch die verdünnte Luft die depletorische Wirkung der comprimirten paralysirt, und wo man erstere intensiv

1) Waldenburg: Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht und Scrofulose. Nach historischen und experimentellen Studien bearbeitet. Berlin 1869. August Hirschwald. S. 166 ff.

anwendet, kann die blutvermehrende Wirkung der ersteren sogar überwiegen.

In den vorgeschrittenen Fällen von Phthisis, in denen bereits ausgedehnte Verdichtungs- und Entzündungsheerde bestehen, ist die verdünnte Luft nicht mehr anwendbar. Die comprimirte Luft wirkt hier antiphlogistisch auf die verdichteten und entzündeten Lungenpartien, sie bringt eine mehr gleichmässige Vertheilung des Blutes in den Lungen hervor, und von der blutvermindernden Wirkung in den noch gesunden Lungenpartien möchte wohl kaum noch ein Schaden zu erwarten sein.

Ob dennoch ein Schaden eintritt? ich weiss es nicht und kann eben so wenig den Schaden der circulatorischen Wirkung in praxi demonstriren, wie ich den Nutzen derselben beweisen kann. Der Endeffect setzt sich aber aus so vielen verschiedenen Factoren — den Wirkungen auf die Respiration sowohl wie auf die Circulation — zusammen, dass es unmöglich ist, in dem speciellen Falle mit Sicherheit zu entscheiden: welchem Factor verdanken wir am meisten? welchem am wenigsten? welcher hat möglicherweise eine günstige Wirkung des anderen paralysirt oder gar direct geschadet?

Hier müssen wir uns mit unserem Nichtwissen bescheiden und uns durch die Erfahrung mit ihren aus grossen Beobachtungsreihen gezogenen Schlüssen auf den richtigen Weg leiten lassen.

3. Haemoptysis. An die Lungenhyperämie schliesst sich die Haemoptysis an. Wenn wir sie auch nur als Symptom betrachten, welchem verschiedenartige Erkrankungen zu Grunde liegen können, so hielt ich es doch für zweckmässig, sie an dieser Stelle zu erwähnen.

Eine acute Haemoptoë dürfte wohl kaum jemals das Object der pneumatischen Behandlung werden, und in Betracht können hier nur hartnäckige chronische Fälle kommen, bedingt sei es durch Herz-, sei es durch Lungenleiden. Von der comprimirenden und depletorischen Wirkung der verdichteten Luft auf die intrathoracischen Gefässe lässt sich ein Erfolg gegen die Haemoptysis a priori erwarten, sicherlich aber kaum ein erheblicher; denn die blutenden Gefässe werden durch die Luftcompression nicht geschlossen, nur die Blutfülle in denselben herabgesetzt.

In der That habe ich bisher auch keine besonders glänzen-
en Erfolge zu verzeichnen. Die Fälle, welche ich behandelte, aren freilich die hartnäckigsten, die ich je beobachtete, sie be-tanden seit Monaten oder Jahren. In einzelnen derselben schien ie Blutung sich zu vermindern oder seltener zu werden, oder elbst — vielleicht nur für einige Zeit — zu sistiren, in anderen ar der Erfolg unbedeutend oder gleich Null.

Kann auch dies nicht sehr ermuthigen, so glaube ich doch, ass immerhin noch Grund genug vorliegt, weitere Versuche nicht ufzugeben, und in besonders geeigneten Fällen auch einen mehr achhaltigen Erfolg zu erwarten.

Besonders indicirt halte ich die comprimirte Luft bei Haemo-tysis, bedingt durch Stauungs-Hyperämie in den Lungen. n erster Reihe stehen hier die Herzkrankheiten, in specie die tenose und Insufficienz der Mitralis, welche oben schon ausführ-ch abgehandelt sind.

Sodann möchte ich auf die viel geschmähten und dennoch ntschieden bestehenden und ausserordentlich wichtigen vicarii-enden Blutungen von neuem[1]) die Aufmerksamkeit lenken.

Ich hoffe, dass meine in diesem Werke niedergelegten Ar-eiten dahin führen werden, weitere Untersuchungen über den Ein-uss der Mechanik bei Krankheiten hervorzurufen. In der Me-hanik, so glaube ich, werden wir das bisher dunkle Moment nden, welches bei gestörter Menstruation oder unterdrück-em Hämorrhoidalfluss vicariirende Hyperämien, Ent-ündungen und Blutungen in edlen Organen und zumal in en Lungen veranlasst. Anstatt mit unfruchtbarer Skepsis — iner sehr leichten Handhabe, um mühelos, ohne jede Anstrengung es Denkens und ohne jede Anregung zum Weiterforschen, dunkle nd unbequeme Thatsachen einfach zu beseitigen — an den Ge-enstand heranzutreten, untersuche man vielmehr die thatsäch-ichen Verhältnisse und die Bedingungen für den Eintritt der törungen. Man achte auf den Verlauf und die Verbindung der rossen Gefässstämme in den verschiedenen Organen mit Rück-

1) Ibidem S. 513.

sicht auf die mechanischen Verhältnisse, welche den Kreislauf in gewissen Bezirken zu hindern vermögen, und auf die Stauungsverhältnisse, die als Resultat dieser Behinderung auftreten müssen. Wir werden dann bei vorhandener Hyperämie, sei es zur Zeit, wo die Menstruation auftritt, oder bei Hämorrhoidarien mit sogenannter Plethora abdominalis, falls das Ausfliessen des Blutes aus den natürlichen oder gewohnten Wegen gehindert ist, eine collaterale Fluxion, Congestion oder Blutungen in entfernten Organen für ganz naturgemäss halten.

Auch hier werden wir wieder theilweise zu den Anschauungen der Alten zurückkehren müssen und anerkennen, dass die Skepsis der Neuzeit weit über ihr Ziel zum Schaden der Wissenschaft hinausgegriffen hat.

Ich habe diesen Punkt bereits an einem anderen Platze[1]) ausführlich besprochen und konnte mir nicht versagen, wenn auch vom Gegenstand etwas abweichend, hier noch einmal darauf zurückzukommen.

Kurz also: man achte auf die mechanischen Bedingungen der normalen und abnormen Blutvertheilung im Organismus und auf die Folgen, welche Veränderungen der Blutvertheilung in den verschiedenen Organen hervorzurufen vermögen! Diese Untersuchungen zugleich mit Berücksichtigung der Blutdruckverhältnisse versprechen meiner Ansicht nach die fruchtbarsten Ergebnisse für eine Reform der Pathologie sowohl wie für die Therapie[2]).

---

1) Ibidem S. 511 ff.

2) Selbst auf das bisher so dunkle und mit Unrecht viel bestrittene Gebiet des Auftretens von Krankheiten innerer Organe, namentlich der Lungen, in Folge von plötzlich unterdrückten Secretionen oder Exanthemen fällt vielleicht mittelst der mechanischen Theorie ein Lichtblick. Der grosse Blutreichthum secernirender Organe ist sattsam bekannt; nicht minder wahrscheinlich ist eine abnorme Blutanhäufung in der Haut bei manchen Exanthemen. Es scheint mir nicht ganz unwahrscheinlich anzunehmen, dass ein plötzliches Abgelenktwerden einer grösseren Blutmasse aus einem bisher eingenommenen Bezirke Fluxionen nach inneren Organen veranlassen kann — ganz abgesehen davon, dass durch die Unterdrückung von Secretionen ausserdem noch abnorme Elemente dem Blute beigemischt sein können, welche durch ihren Reiz oder ihre Ablagerung in entfernten Organen Krankheiten zu bedingen vermögen. (Vgl. mein Werk über Tuberculose, Lungenschwindsucht und Scrofulose S. 509 ff.)

Um zu meinem eigentlichen Thema wieder zurückzukehren, so scheint es mir nun, dass gerade bei solchen Lungenblutungen, welche durch abnorme Blutvertheilung in Folge mechanischer Stauung oder Congestion hervorgerufen oder doch begünstigt werden, die comprimirte Luft ganz besonders am Platze ist, indem sie die Blutvertheilung im Organismus derart ändert, dass den Lungen Blut entzogen und dieses dem übrigen Organismus in grösserer Fülle zugeführt wird. Auf diese Weise wird nicht nur der Lungenblutung entgegengewirkt, sondern es wird ausserdem noch das Auftreten der Blutungen aus dem Uterus oder aus den Hämorrhoidalvenen, für welche die Pneumorrhagie vicariirte, befördert.

Mit der mechanischen Therapie harmonirt demnach eine mechanische Auffassung der pathologischen Vorgänge.

4. Die eben dargelegten Betrachtungen führen mich dahin, auch die Chlorose an dieser Stelle als eine Indication für die pneumatische Heilmethode zu erwähnen. Ich habe bisher zwar mehrere Chlorotische behandelt, aber nicht ihrer Chlorose wegen, sondern theils weil sie eine ausgesprochene Disposition zur Phthisis besassen, theils weil die krankhaften Erscheinungen, an denen sie litten, wie Dyspnoë, Herzklopfen, Brustschmerzen zu einer symptomatischen Behandlung aufforderten. Die Resultate, welche ich mittelst der pneumatischen Behandlung erzielte, waren fast in allen Fällen befriedigend und weitgehender, als ich erwartete:

Auch die Therapie im allgemeinen, nicht bloss die mechanische, dürfte sehr wesentlich an richtigen principiellen Anschauungen gewinnen, wenn ein genügendes Gewicht auf Veränderungen der Blutvertheilung gelegt würde. Die Application der Kälte und Wärme in ihren verschiedenen Formen, der Bäder, der Umschläge, der Druckverbände u. s. w. muss in diesem Sinne beurtheilt werden, und zwar je nachdem die Blutvertheilung einerseits in der Nähe der Applicationsstelle, andererseits in entfernten Organen dadurch verändert wird. Nachdem ich dies niedergeschrieben, erschien zu meiner Freude eine vortreffliche Arbeit von Schüller: „Experimentalstudien über die Veränderungen der Gehirngefässe unter dem Einflusse äusserer Wasserapplicationen. Erklärung des physiologischen Zusammenhangs.“ (Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XIV. Heft 5. u. 6. 1874), in welcher die angedeuteten Principien aufs vollständigste zur Geltung kommen. Möge weiter in dieser Richtung gearbeitet werden! Dass dies fruchtbringend sein wird, ist kaum zu bezweifeln.

nicht nur dass die genannten quälenden Symptome nachliessen oder aufhörten, sondern auch das Allgemeinbefinden hob sich sichtlich, die Kranken bekamen ein gesünderes Aussehen, die Schleimhäute erschienen weniger blass, Appetit und Ernährung hob sich, endlich regelte sich auch zuweilen die Menstruation und wurde reichlicher.

Diese Wirkungen lassen sich aus denselben Gesichtspunkten erklären, die ich oben bei den vicariirenden Congestionen und Blutungen geltend gemacht habe. Virchow[1]) bewies, dass bei Chlorosis, wenigstens für eine gewisse Reihe von Fällen, Abnormitäten in der Anlage und der Weite der grossen Blutgefässstämme vorhanden seien. Aus diesen Abnormitäten lassen sich die meisten Symptome der Chlorosis herleiten, indem einerseits die Arbeit des Herzens durch erhöhte Widerstände erschwert wird, andererseits eine krankhafte Blutvertheilung im Organismus sich herstellt. Der im übrigen gewöhnlich schlecht ernährte Herzmuskel hat nicht die Kraft, das Blut mit dem nothwendigen Druck durch die abnorm eng veranlagten Gefässe zu treiben; entfernte Capillarbezirke erscheinen deshalb blutleer (Blässe der Haut und der sichtbaren Schleimhäute), Menstruationsblutungen werden unregelmässig und spärlich — wenn nicht gerade umgekehrt Verhältnisse vorliegen, welche besonders dem Uterus eine stärkere Blutfülle zutheilen.

Die comprimirte Luft wirkt hier thatsächlich nützlich, indem sie die Herzkraft unterstützt, den Druck im Aortensystem hebt, die durch die engen Arterien bewirkten Widerstände beseitigen hilft und dadurch den entfernten Capillaren grössere Blutmengen zutreibt. Da, wie wir sahen, auch der Herzmuskel nachhaltig durch die pneumatische Heilmethode gekräftigt wird, so wird die Wirkung keine schnell vorübergehende sein, sondern mehr oder weniger lang andauern.

Auch die Regelung der Menstruation erklärt sich aus dem

---

1) Beiträge zur Geburtshülfe und Gynäkologie. Bd. I. 1870. Virchow: Chlorose und die damit zusammenhängenden Anomalien im Gefässapparat, insbesondere über Endocarditis puerperalis.

gesteigerten Herzdruck. (Wo profuse Menstruation stattfindet, ist die comprimirte Luft contraindicirt). Wenn circumscripte oder allgemeine Hyperämie in den Lungen und die Neigung zu Lungenblutungen vorhanden ist, wird ihr entgegengewirkt, ausserdem wird der Thorax erweitert, die Lungenventilation gehoben, die Dyspnoë schwindet, und da das Herz nunmehr wirksamer und mit geringerer Anstrengung agirt, verliert sich auch das Herzklopfen.

Die Wirkung der comprimirten Luft bei Chlorose ist demnach zwar nur eine symptomatische; aber doch so, dass sie den Störungen, welche das nicht zu heilende Grundleiden setzt — dort wo thatsächlich angeborene Gefässabnormitäten (Virchow) vorliegen — direct nach allen Richtungen entgegenarbeitet und auch einen nachhaltigen Effect zur Compensation des Grundleidens ausübt.

Handelt es sich dagegen nur um leichtere Fälle, in welchen keine krankhafte Gefässanlage vorhanden, sondern durch noch unbekannte Ursachen nur vorübergehend ein Zustand mit dem Symptomencomplex der Chlorose erzeugt ist, so kann die pneumatische Behandlungsmethode möglicherweise durch Regelung der Respiration und Circulation so wie durch Steigerung der Herzkraft für die Dauer erfolgreich wirken.

5. Bronchitis. Gegen Bronchitis fanden wir bereits die comprimirte Luft wegen ihrer respiratorischen Wirkung erfolgreich. Sie ist es nicht minder und vielleicht noch in höherem Maasse wegen ihrer Wirkung auf die Circulation. Sie hemmt die Hyperämie in der Bronchialschleimhaut und wirkt auf diese Weise dem Entzündungsprocess direct entgegen.

Freilich lässt sich auch hier nicht mit Bestimmtheit beweisen, welchem Umstand wir in den speciellen günstig verlaufenen Fällen den grössten Theil der Wirkung verdanken. Dies ist aber auch nebensächlich. Seien wir zufrieden, dass der Effect auf die Respiration mit dem auf die Circulation zu einem günstigen Endresultate sich combinirt.

6. Ich wollte mich mit Fleiss einer Ausdehnung der Indicationen auf ausserhalb des Respirations- und Circulationstractus gelegene Organe enthalten und mir nur eine einzige Ausnahme

gestatten, um gleichsam den Vorgang einer Wirkung auf entfernte Organe an einem bestimmten Beispiel zu demonstriren.

Als diese Ausnahme erwähne ich den Morbus Brightii.

Unmöglich können wir daran denken, durch die mechanische Behandlungsmethode etwa das Grundleiden, d. h. die organische Nierenerkrankung selbst irgend wie zu bessern. Das Einzige, was wir erreichen können, ist: auf mechanische Weise einer Compensation nachahmen, auf welche die Natur uns direct hinweist, indem diese selbst sie für gewöhnlich bewirkt.

Bekannt ist die in Folge von Morbus Brightii auftretende Hypertrophie des linken Ventrikels. Diese ist nicht nur als eine einfache Folge des Nierenleidens wegen der dadurch gesetzten abnormen Widerstände aufzufassen, sondern sie wirkt gleichzeitig entschieden compensatorisch, indem sie den Druck in den Nierengefässen steigert und dadurch die Harnsecretion unterstützt.

Dasselbe nun, was die Hypertrophie des linken Ventrikels, vermag auch auf mechanischem Wege die comprimirte Luft zu leisten. Ja wir mussten es sogar für sehr wahrscheinlich annehmen, dass sie nachhaltig die Herzmusculatur kräftigt [1]).

Wir haben in ihr somit ein Mittel gewonnen, um eine noch nicht vorhandene oder noch nicht genügend ausgebildete Compensation zu ersetzen, ihre Entwicklung zu unterstützen, oder endlich einer gestörten Compensation zu Hülfe zu kommen.

Auf diese Weise könnte es gelingen, wenn auch nicht die Grundkrankheit zu bessern, so doch den Verlauf des Leidens symptomatisch zu mildern und das Leben zu verlängern.

Dies sind bisher nur theoretische Erwägungen. In praxi habe ich dieselben noch nicht erprobt — einzig und allein aus Scheu, die Indicationen der pneumatischen Behandlungsmethode vorzeitig zu erweitern, während es noch mehr als genug für die näher liegenden Indicationen zu arbeiten gab.

---

1) Vergl. S. 249 ff.

3. Inspiration verdünnter Luft.

A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Respiration ergeben.

Wir fanden, dass die Inspiration verdünnter Luft die Thoraxmusculatur stärkt, und dass sie demgemäss als Gymnasticum wirkt. Sie ist demnach in denjenigen Zuständen indicirt, in welchen die Brust schwächlich gebaut, die Brustmuskeln schlecht entwickelt sind.

In erster Reihe steht hier der paralytische Thorax mit seiner Disposition zur Phthisis, oder mit anderen Worten der phthisische Habitus. Wir werden sehen, dass auch die Wirkung der verdünnten Luft auf die Circulation bei der Anlage zur Lungenschwindsucht erwünscht scheint. Man thut gut, mit den Inspirationen verdünnter Luft abwechselnd Inspirationen comprimirter Luft zu combiniren.

Auch bei bereits bestehender Phthisis im Anfangsstadium, sobald der Kräftezustand überhaupt noch die nicht ganz unerhebliche Anstrengung der Inspiration verdünnter Luft gestattet, ist das Verfahren gleichfalls zu versuchen, auch hier in Verbindung mit der Inspiration comprimirter Luft. Floride Entzündung im Lungengewebe oder Neigung zu Haemoptysis contraindiciren die verdünnte Luft.

Nicht minder wie bei der Disposition zur Phthisis ist die Inspiration verdünnter Luft auch in anderen Fällen indicirt, wo die Brustmuskeln schwach entwickelt sind, oder wo eine erhöhte Leistungsfähigkeit derselben erwünscht ist. So wende ich die Methode mit besonders gutem Erfolge nach abgelaufener Pleuritis an, wo die Muskelgymnastik dazu beitragen hilft, den Widerstand von zurückgebliebenen pleuritischen Adhäsionen und Schwarten zu überwinden und den difformen Thorax wieder zur Norm auszudehnen. Auch hier ist die Combination mit comprimirter Luft von ganz besonderer Wichtigkeit.

B. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation ergeben.

Die Inspiration verdünnter Luft bringt, wie ich zeigte, ihre eigenthümlichen Wirkungen auf das Herz und die Blutcirculation schon bei geringen Graden der Luftverdünnung viel intensiver hervor, wie die Exspiration in verdünnte Luft. Wo deshalb die circulatorische Wirkung der verdünnten Luft therapeutisch benutzt werden soll, ist für gewöhnlich die Inspiration, nicht die Exspiration am Platz.

Die Wirkung der verdünnten Luft bestand in Herabsetzung des Drucks im Aortensystem, vermehrtem Abfluss des Blutes aus den Körpervenen ins Herz, vermindertem Abfluss aus dem Herzen in den grossen Kreislauf, demgemäss Vermehrung des Blutgehalts im Herzen und in den Lungen.

Die verdünnte Luft ist demnach indicirt in denjenigen Fällen, in welchen es sich darum handelt:

1. den Druck im Aortensystem herabzusetzen;
2. den Abfluss des Blutes aus den Körpervenen ins Herz zu erleichtern oder zu vermehren;
3. den Blutzufluss zu den Körperarterien herabzusetzen oder zu erschweren:
4. den Blutgehalt in den intrathoracischen Organen und namentlich in den Lungen zu steigern.

Was die speciellen Krankheitsformen betrifft, in welchen diese allgemeinen Indicationen zur Geltung kommen, so liesse sich eine ganze Reihe derselben herzählen. Ich ziehe es vor, mich auf sehr wenige Krankheitsprocesse zu beschränken.

1. Erkrankungen der rechten Herzhälfte. Wie bei Erkrankungen der linken Herzhälfte, bei welchen die Lungen von zurückgestautem Blute überfüllt sind, die comprimirte Luft, so erscheint bei denjenigen Erkrankungen der rechten Herzhälfte, bei welchen der Abfluss des Blutes aus den Körpervenen ins Herz gehemmt ist und wegen verminderter Zufuhr eine Blutarmuth der Lungen eintritt, die verdünnte Luft indicirt.

Es kommen hier in Betracht in erster Reihe die Stenose und die Insufficienz der Tricuspidalklappe, in zweiter Reihe die der Pulmonalarterienklappen. Bei der grossen Seltenheit dieser Erkrankungen fehlte es mir bisher an Gelegenheit, die Wirksamkeit der verdünnten Luft bei ihnen in praxi zu erproben. Deshalb möchte ich mich auch weiterer theoretischen Erörterungen enthalten und nur noch eine einzige Bemerkung mir erlauben.

Ich glaube nämlich, dass in manchen der genannten Krankheitsformen neben der verdünnten Luft auch die Inspiration comprimirter Luft von Nutzen sein muss. Erstere saugt mehr Blut aus den Venen in die rechte Herzhälfte, letztere hilft das in grösserer Menge angesogene Blut mit mehr Kraft in die Lungen und die linke Vorkammer, endlich aus dem linken Ventrikel wieder in die Aorta treiben und die vis a tergo in den Venen vermehren. Eine individualisirende geschickte Combination der Inspirationen verdünnter Luft mit den Inspirationen comprimirter Luft muss hier einen ganz besonderen Nutzen schaffen können. Jedoch dies ist Theorie. Die Erfahrung muss lehren, ob sie im Rechte ist.

Die Inspirationen verdünnter Luft — und dies ist ein nicht unerheblicher Nachtheil — werden immer nur dann angewendet werden können, wenn der Kranke noch einen gewissen Vorrath an Kraft hat und nicht sehr dyspnoëtisch ist. Kurzathmige schwächliche Kranke werden entweder nur mit Mühe oder gar nicht die Einathmung verdünnter Luft, welche immerhin die Respiration hemmt und widerstandsfähige Musculatur voraussetzt, ausführen können — man müsste sie denn zuerst durch tiefe freie Inspirationen in der Atmosphäre oder bei geschlossenem Mund und Nase und sodann durch sehr geringe Grade der Luftverdünnung an das Verfahren gewöhnen.

2. Phthisis und phthisischer Habitus. In meinem Werke über Tuberculose, Lungenschwindsucht und Scrofulose[1]) habe ich alle diejenigen Momente ausführlich erörtert, welche der Hypothese günstig sind, dass die Disposition zu käsigen Processen

1) Berlin 1869. August Hirschwald. S. 166 ff.

in den Lungen und hiermit die Anlage zur Schwindsucht durch eine gewisse Blutarmuth der Lungen bedingt werde. Ich kann hier auf den Gegenstand nicht von neuem eingehen, um so weniger, als ich neue Gesichtspunkte zu den früher erschöpfend discutirten nicht hinzuzufügen vermag. Ich muss deshalb auf meine frühere Arbeit verweisen und hier nur einige wenige Punkte erwähnen. Es ist durch Beobachtungen bewährter Autoren (Rokitanski, Frerichs, Traube, Lebert u. A.) als unbestreitbare Thatsache festgestellt, dass diejenigen Herzkrankheiten, welche dem Abfluss des Blutes aus den Lungen besonders hinderlich sind, also namentlich die Stenose und Insufficienz der Mitralklappe, eine gewisse Immunität gegen Lungenschwindsucht aufweisen, während umgekehrt diejenigen Herzkrankheiten, welche den Blutzufluss zu den Lungen hemmen, wie die Stenose des Ostium arteriosum dextrum und der Arteria pulmonalis, ganz auffallend zur Lungenphthisis disponiren. Auf den Umstand ferner, dass in der verdünnten Luft des Hochgebirges der Blutzufluss zu den Lungen vermehrt wird, beziehe ich hauptsächlich die unbestrittene Wirksamkeit des Höhenklimas[1]), theils um eine bestehende Disposition zur Phthisis zu tilgen, theils um eine bereits vorhandene und vorläufig zum Stillstand gelangte Affection zu heilen und vor neuen Nachschüben zu schützen. Dazu wirkt noch im Hochgebirge die als mittelbare Folge der Luftverdünnung und des Bergsteigens auftretende Brusterweiterung und Stärkung der Brustmusculatur.

Alle diese Erfolge lassen sich nun in eben so sicherer Weise mittelst des pneumatischen Apparates bei rationeller Anwendung desselben erzielen. Die constanten Wirkungen der Inspiration comprimirter Luft auf die Erweiterung der Brust und auf die Stärkung der Athemkraft sind bereits wiederholentlich erörtert. Verbindet man nun mit der Anwendung der comprimirten Luft

---

1) Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite Auflage. Berlin 1872. Georg Reimer. S. 765. — Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht etc. S. 173 u. 536.

auch die Inspiration verdünnter Luft, so erzielt man hierdurch zu den früheren Wirkungen noch das weitere äusserst wichtige Moment, nämlich einen vermehrten Blutzufluss zu den Lungen. Ausserdem wird die Musculatur des Thorax gerade durch die Inspiration verdünnter Luft mehr geübt und gekräftigt, als durch irgend eine andere Methode, das Verfahren ist die kräftigste Thoraxgymnastik, wie bereits oben dargethan.

Man wird einwenden: die Wirkung der comprimirten Luft auf die Circulation sei der der verdünnten entgegengesetzt, und die eine hebe deshalb die andere auf. Dieser Einwand ist nicht ohne Berechtigung. Man kann ihn nur dadurch abschwächen, dass man bei der Behandlung entweder die comprimirte oder die verdünnte Luft länger und intensiver anwendet als die andere, und auch auf die Reihenfolge Rücksicht nimmt.

Besonders bei noch nicht zum Ausbruch gelangter Phthisis, wo nur ein sogenannter phthisischer Habitus besteht, lege ich das Hauptgewicht auf die circulatorischen Wirkungen der verdünnten Luft. Hier steige ich allmälig mit der Anzahl der täglich zu verbrauchenden Cylinder (etwa bis zu 3 — 4) und mit der Belastung für die verdünnte Luft (bis zu $^1/_{80}$ Atmosphärendruck und mehr). Dem Gebrauch der verdünnten Luft schicke ich die Inspiration comprimirter voran. Wenn bei dieser letzteren auch eine gleiche oder noch grössere Zahl von Cylinderfüllungen und eine höhere Belastung (gewöhnlich nur $^1/_{60}$ Atmosphärendruck) angewendet wird, so steht dennoch ihre circulatorische Wirkung derjenigen der Inspiration verdünnter Luft nach — wie aus früheren Auseinandersetzungen[1]) unzweifelhaft hervorgeht.

In diesem Falle wird demnach die circulatorische Nachwirkung der verdünnten Luft über die der comprimirten überwiegen. Wo die Inspiration verdünnter Luft noch zu sehr anstrengt, also besonders im Beginn der Behandlung, lasse ich am Schluss jeder Sitzung, also nach dem Gebrauch der verdünnten Luft, nach einer Pause noch eine einzige Cylinderfüllung comprimirter Luft unter niedrigem Druck ($^1/_{80}$ bis $^1/_{60}$ Atmosphärendruck)

1) Vergl. S. 259.

einathmen, wodurch die Respiration verbessert wird, ohne dass dadurch die circulatorische Nachwirkung erheblich geschwächt werden dürfte.

Bei bereits bestehender Phthisis lasse ich die verdünnte Luft viel sparsamer und weniger intensiv gebrauchen: auch hier zuerst einige Cylinder comprimirte Luft, sodann 1—2 Cylinder verdünnte Luft, zuletzt wieder 1 Cylinder comprimirte. Wenn hierbei auch nicht die volle circulatorische Nachwirkung der verdünnten Luft zu Stande kommt, so halte ich es doch für wahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil ihrer Wirkung gewahrt bleibt, und auch wenn dies selbst nicht der Fall ist, so wird doch wenigstens dadurch die den Blutzufluss zu den Lungen hemmende Wirkung der comprimirten Luft compensirt.

Die Erfahrungen, welche ich bisher in der Praxis mit der Combination der Inspirationen comprimirter und verdünnter Luft bei Phthisis und phthisischem Habitus machte, haben mich im ganzen befriedigt.

4. Exspiration in comprimirte Luft.

Die Exspiration in comprimirte Luft habe ich bisher nicht angewendet, weil ich keine genügenden Indicationen dafür fand, oder richtiger, weil stets die Indicationen von den Contraindicationen überwogen wurden.

A. Die Wirkung auf die Respiration könnte höchstens die Anwendung in allen denjenigen Krankheiten, bei welchen die Exspiration insufficient ist, zur Stärkung der Exspirationsmuskeln indiciren; aber hier bildet der die Athmung störende Effect, welchen die Exspiration in comprimirte Luft ausübt, ein Hinderniss. Ich möchte indess von vorn herein nicht vollständig absprechen und die Möglichkeit nicht ganz von der Hand weisen, dass sehr geringe Grade der Luftcompression mit allmäliger Steigerung in manchen Erkrankungen vielleicht günstig wirken.

B. Die Wirkung auf die Circulation ist dieselbe wie die der Inspiration comprimirter Luft, ja sogar noch dem Grade nach viel erheblicher. Dennoch ist in allen denjenigen Erkrankungen,

welche ich oben als die Inspiration comprimirter Luft indicirend anführte, diese bei weitem vor der Exspiration in comprimirte Luft vorzuziehen; denn während durch die letztere die Athmung gehemmt, wird sie durch erstere unterstützt.

Es ist indess auch hier möglich, dass specielle Fälle vorkommen, in welchen man von der intensiveren Druckwirkung der Exspiration Gebrauch machen will, ohne dass die respiratorische Wirkung eine Contraindication bildet.

Contraindicationen.

1. Comprimirte Luft.

Die Contraindicationen der comprimirten Luft ergeben sich folgerichtig aus den Wirkungen derselben auf das Herz und die Circulation.

Die comprimirte Luft ist contraindicirt:

1. wo der Druck im Aortensystem bereits hochgradig ist, und Gefahren von einer weiteren Steigerung desselben zu befürchten sind;
2. wo Congestionen oder Blutungen in einem ausserhalb des Brustkastens gelegenen edlen Organe entweder bestehen, oder Disposition dazu vorhanden ist.

Um einige specielle Krankheitszustände zu erwähnen, bei denen die comprimirte Luft entweder nur mit grosser Vorsicht anzuwenden oder, wenn nicht sehr dringende Indicationen vorliegen, lieber ganz zu vermeiden ist, so nenne ich in erster Reihe die Atherose der Gefässwandungen. Ist diese in irgend einer zugänglichen Arterie nachweislich, oder liegt irgend ein Moment vor, welches diese Erkrankung auch nur wahrscheinlich macht, so thut man gut, auf ein Mittel zu verzichten, welches den Druck im Aortensystem steigert und möglicherweise zur Ruptur eines atheromatösen Hirngefässes Veranlassung geben kann.

Ueberhaupt ist die comprimirte Luft contraindicirt, wo ent-

weder directe Krankheitserscheinungen oder die Körperconstitution den Kranken zu Gehirnhämorrhagien disponirt machen, also bei dem sogenannten apoplektischen Habitus, zumal wenn derselbe vollkommen ausgeprägt ist und, was in dem Bilde desselben nicht fehlen darf, mit stark gespanntem Pulse und mit ersichtlich grosser Blutfülle im Körper einhergeht. Manchen Personen wird fälschlich ein apoplektischer Habitus zugeschrieben: sie haben zwar den gedrungenen Körperwuchs, die gewölbte Brust, den kurzen Hals, den stark entwickelten Panniculus adiposus der zu Gehirnhämorrhagien Disponirten; aber der Puls, weit entfernt stark gespannt zu sein, ist oft sogar auffallend weich, trotz seiner Fülle nicht besonders gross, die Gesichtsfarbe mehr blass als roth. Solche Constitutionen disponiren weit mehr zum Fettherz oder zu anderen Herzkrankheiten, von denen einige freilich auch plötzliche Hirnerkrankungen (z. B. Embolien) secundär bewirken können, als zur eigentlichen Hirnhämorrhagie. Bei solchen Individuen ist die comprimirte Luft keineswegs contraindicirt, ja sie kann sogar nützlich sein, vorausgesetzt dass Abnormitäten der Gefässwandungen nicht nachweisbar sind.

Blutungen in anderen Organen des grossen Kreislaufs contraindiciren gleichfalls die comprimirte Luft, z. B. Magenblutungen bei Ulcus ventriculi, Nierenblutungen bei Nephritis.

Auch profuse Menstruation und extramenstruale Uterinblutungen können die Anwendung der comprimirten Luft contraindiciren. Ich habe in einigen Fällen die Menstruation entschieden abnorm reichlich werden sehen unter dem Gebrauch der comprimirten Luft. Will man diese bei profuser Menstruation dennoch wegen dringender Indicationen anwenden, so muss man sie in den Intervallen der Menstruation mit Vorsicht gebrauchen lassen und mehrere Tage vor der zu erwartenden Regel bis mehrere Tage nach dem Aufhören derselben mit der Kur pausiren.

Auch profuse Hämorrhoidalblutungen können gleichfalls eine Contraindication für die comprimirte Luft darbieten.

Alle diese Contraindicationen betreffen sowohl die Inspiration comprimirter Luft, als auch die Exspiration in comprimirte Luft und zwar diese letztere in weit höherem Grade als die erstere.

Die Exspiration in comprimirte Luft ist in allen den genannten Fällen absolut contraindicirt, während für die Inspiration der condensirten Luft die Contraindication nur eine relative ist. Bei vorsichtiger Abwägung des Grades der Compression, häufigen Ruhepausen, Vermeidung zu reichlichen Gebrauchs wird man in manchen dringenden Fällen trotz vorhandener contraindicirender Momente nicht vollständig auf das Heilmittel zu verzichten brauchen; aber man sei sich der möglichen Gefahren bewusst und übe gewissenhaft alle Cautelen zur Vermeidung derselben.

2. Verdünnte Luft.

Die verdünnte Luft ist contraindicirt:

1. wo ein vermehrter Blutzufluss zu den Lungen vermieden werden muss;
2. wo der Blutdruck im Aortensystem bereits stark unter die Norm herabgesetzt ist.

In erster Reihe steht ad 1. die Hämoptoë und zwar nicht nur, wenn dieselbe zur Zeit gerade vorhanden ist, sondern auch wenn dieselbe kurz vorhergegangen und ihre Wiederkehr zu fürchten ist.

Ferner sind es auch floride Entzündungen im Lungengewebe, welche den Gebrauch der verdünnten Luft contraindiciren.

Ad 2. endlich contraindicirt jeder vorgeschrittene Schwächezustand — in specie Schwäche der Herzkraft — den Gebrauch der verdünnten Luft und zwar nicht nur deshalb, weil durch dieselbe der Druck im Aortensystem noch weiter herabgesetzt, der Arbeit des Herzens vermehrte Widerstände entgegengestellt werden, sondern auch wegen der Wirkung der verdünnten Luft auf die Respiration und der Kraftanstrengung, mit der sie verbunden ist.

Die genannten Contraindicationen gelten in weit höherem Grade für die Inspiration verdünnter Luft, als für die Exspiration in dieselbe. Für erstere dürfen die erörterten Gegenanzeigen eine absolute Gültigkeit beanspruchen. Für letztere dagegen bieten sie nur eine mehr relative Beschränkung und fordern,

wo man trotzdem wegen dringender Indicationen zu ihr greifen will, zur Vorsicht heraus. Alle Cautelen — geringer Grad der Luftverdünnung, kurze Dauer der Anwendung, häufige Pausen — sind gewissenhaft zu beachten.

Ich persönlich habe mich bisher bei bestehenden Contraindicationen überhaupt nicht zur Anwendung der verdünnten Luft, auch selbst nicht für die Exspiration entschlossen.

Mechanische Unterstützungs- und Ersatzmittel der pneumatischen Heilmethode.

Die Wirkung der comprimirten Luft fordert dazu heraus, auf Mittel zu sinnen, welche sie zu unterstützen oder zu modificiren im Stande wären.

Ich will nur wenige hierauf bezügliche Gesichtspunkte hervorheben:

Es könnte unter Umständen erwünscht sein, die brusterweiternde Wirkung der condensirten Luft zu localisiren. Beispielsweise könnte man den Versuch machen wollen, bei Disposition zur Phthisis allein auf den oberen Theil des Thorax, d. h. auf die oberen Lungenlappen einzuwirken. Es würde sich dann darum handeln, den übrigen Thorax von der Einwirkung abzuschliessen. Dies lässt sich durch ein einfaches mechanisches Mittel leicht ausführen, nämlich dadurch, dass man den unteren Theil des Thorax bis zu dem freien Rippenrande mit einer Schnürbinde umwickelt und dadurch an der Ausdehnung durch die comprimirte Luft hindert.

In gleicher Absicht liess v. Cube [1]) einen Kranken mit pleuritischer Schwarte auf die gesunde Seite mit untergelegtem Kissen lagern und in dieser Position die comprimirte Luft einathmen. Dieselbe entfaltet dann ihre vornehmliche Wirkung an der frei liegenden kranken Seite.

---

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 12. 1871.

Ferner liesse sich in Fällen, in welchen man eine starke Druckwirkung auf das Herz erzielen und dabei doch die Wirkung auf die Lungen umgehen möchte, dies in der Weise erreichen, dass man die ganze Brust vor der Application der comprimirten Luft mit einer Binde oder einem fest anschliessenden Gewand umgiebt, wodurch eine starke Ausdehnung des Thorax gehindert wird. In diesem Falle würde die volle Druckwirkung der comprimirten Luft auf das Herz und die Gefässe bei jeder Inspiration früher erzielt und dadurch die circulatorische Wirkung verstärkt, die respiratorische hingegen abgeschwächt.

Ich will mich damit begnügen, nur diese Gesichtspunkte anzudeuten, die vorläufig nur in der Theorie existiren, practisch von mir noch nicht verwerthet worden sind.

Man könnte dieselben noch wesentlich vermehren, wenn man auch den Kreislauf in den Extremitäten mit in den Gesichtskreis seiner Erwägungen aufnimmt. Wenn man beispielsweise die unteren Extremitäten nach Esmarch's Methode bis zur annähernden Blutleere fest einwickelt und dann die comprimirte Luft — mit oder ohne gleichzeitige Umschnürung der Brust — einathmen lässt, so würde wegen der stark vergrösserten Blutmenge in den dem Kreislauf offenen Körpertheilen der Druck im Aortensystem noch höher ansteigen und die Organe des Abdomens so wie das Gehirn und Rückenmark würden mehr Blut unter hohem Drucke zugeführt erhalten — was unter Umständen, namentlich bei Anämie des Gehirns, indicirt sein kann.

Ausserdem könnte bei Rückstauung des Blutes in den Venen eine Einwicklung der Extremitäten den Rückfluss des Blutes ins rechte Herz befördern helfen und auf diese Weise die pneumatische Behandlungsmethode unterstützen.

Wie verlockend alle diese Erwägungen auch sein mögen, ich will mich darauf beschränken, sie angedeutet zu haben, und möchte auch nicht einmal früher zu ihrer Ausführung rathen, als bis sich erst die einfache pneumatische Methode für sich allein genügend Bahn gebrochen hat.

Ich komme nunmehr zu einer anderen Frage: besitzen wir Surrogate, welche die mechanische Wirkung der comprimirten und

verdünnten Luft bei Nichtvorhandensein oder Nichtanwendbarkeit eines pneumatischen Apparats zu ersetzen vermögen?

Zunächst glaube ich als unzweifelhaft aussprechen zu dürfen, dass es bisher kein bekanntes Mittel giebt, welches sämmtliche Wirkungen der comprimirten oder verdünnten Luft, sei es für die Inspiration, sei es für die Exspiration in sich vereinigt.

Dagegen existiren sehr wohl einige mechanische Hülfsmittel, welche je einen Theil der Wirkung der einen oder anderen pneumatischen Heilmethode, wenn auch in unvollkommenem Maasse, ersetzen.

Die einen bilden Surrogate für die circulatorische, die anderen für die respiratorische Wirkung.

Als Ersatzmittel für die mechanische Wirkung der verdünnten Luft auf das Herz und die Blutcirculation können methodisch ausgeführte, lang angehaltene tiefe Inspirationen dienen; denn bei tiefen Inspirationen sinkt der Druck im Aortensystem, und die Aspiration des Blutes aus den Venen wird unterstützt und vermehrt. Soll die Wirkung auf das Herz und die Circulation erheblich gesteigert werden, so lasse man methodische tiefe Inspirationen bei geschlossenem Munde und geschlossener Nase ausführen (Müller'scher Versuch), wobei man die circulatorische Wirkung sehr hochgradiger Luftverdünnung erzielt. Selbstverständlich darf man jede dieser Inspirationen nicht zu lange ausdehnen lassen, weil sie sonst Gefahren für das Leben der Kranken bedingen, und durch das Extrem des Versuchs sogar die Circulation gänzlich zum Stillstand gebracht werden kann [1]).

Je nachdem man 1) mit offenem Munde oder 2) nur durch die Nase oder etwa 3) nur durch ein Nasenloch oder endlich 4) bei geschlossenem Mund und Nase inspiriren lässt, hat man eine gewisse Reihenfolge der Wirkung ihrem Grade nach und hiermit sogar eine Art Dosirung derselben. Je weiter nämlich die Eingangsöffnung ist, durch welche die äussere Luft einströmt, um so schneller gleicht sich der Druck innerhalb der Lungen mit dem der äusseren Atmosphäre aus und um so geringer wird die

---

1) Vergl. oben S. 228.

der Blutverdünnung zukommende Wirkung sein. Der geringste Grad der Wirkung tritt somit beim Athmen mit weit geöffnetem Munde ein. Das Extrem der Wirkung hingegen macht sich geltend, wenn tief eingeathmet wird, während Mund und Nase geschlossen ist.

Auch durch die Art und Weise, wie eingeathmet wird, ob schnell oder langsam, ruhig oder forcirt, lang andauernd oder kurz abgebrochen, kann die Wirkung mehr oder weniger gesteigert oder geschwächt werden.

Diese tiefen Inspirationen, methodisch ausgeführt — täglich etwa 10—30 Minuten lang ein oder mehrere Male — werden bei mangelndem pneumatischen Apparat als Ersatzmittel der verdünnten Luft dienen können in allen denjenigen Fällen, in welchen diese wegen ihrer Wirkung auf die Circulation indicirt ist. Als solche Indicationen ergeben sich Erkrankungen der rechten Herzhälfte und die Anfänge der Lungenschwindsucht, ganz besonders aber der phthisische Habitus. Bei der Phthisis und der Disposition zu derselben erfüllen methodische tiefe Inspirationen zugleich den nicht minder erwünschten Zweck, als Gymnastik der Thoraxmusculatur zu dienen.

Ich komme demnach durch diese Erwägungen auf einem bisher nicht betretenen Wege zu einem Endziel, welches bereits viele Autoren vor mir von andren Ausgangspunkten aus gleichfalls erreicht hatten. Methodische tiefe Inspirationen bei Phthisis sind nämlich, wie bekannt, bereits vielfach empfohlen worden, und in neuster Zeit ist ganz besonders Dührssen[1]) wieder für dieselben eingetreten. Ich kann mich dieser Empfehlung vollkommen anschliessen. Wenn auch bei tiefen Inspirationen in freier Luft keine genaue Dosirung der Wirkung wie am pneumatischen Apparate möglich ist, so haben sie dafür den Vorzug voraus, keines Apparats zu ihrer Ausführung zu bedürfen.

Leider ist nur ein Uebelstand zu erwähnen, nämlich der, dass nur wenige Patienten exact genug sind, um die methodischen Inspirationen ohne Apparat und ohne Gegenwart des Arztes genau

1) Deutsche Klinik No. 16. 1874.

nach Vorschrift auszuführen. Ich habe bisher nur wenige Patienten kennen gelernt, welche meinem Rathe, methodisch tiefe Inspirationen in frischer Luft zu machen, auch nur für kurze Zeit nachkamen, obgleich ich seit vielen Jahren dieses Verfahren namentlich vielen Asthmatikern beim Aufenthalt in Fichtenwäldern empfohlen hatte.

Was die circulatorische Wirkung der comprimirten Luft betrifft, so haben wir ein Surrogat derselben im Valsalva'schen Versuch, also beim Ausathmen, während Mund und Nase geschlossen ist. Verstärkt kann diese Wirkung noch dadurch werden, dass gleichzeitig ein äusserer Druck auf die Brust und den Bauch ausgeübt wird (Weber'scher Versuch).

Der Valsalva'sche und der Weber'sche Versuch wirken wie eine Exspiration in comprimirte Luft. Es haften ihm demnach alle diejenigen störenden Wirkungen auf die Respiration an, welche die Exspiration in comprimirte Luft mit sich bringt. Das Verfahren darf deshalb nur vorsichtig und mit häufigen Pausen ausgeführt werden.

Dennoch möchte ich — wenn kein pneumatischer Apparat zur Hand ist — methodisch fortgesetzte Ausführung des Valsalva'schen Versuchs bei manchen derjenigen Krankheiten empfehlen, bei denen wir die comprimirte Luft ihrer circulatorischen Wirkung wegen indicirt fanden, so namentlich bei Stenose und Insufficienz der Mitralklappe. Ferner habe ich den Valsalva'schen Versuch in praxi vielfach ausüben lassen bei Empyem mit offener Thoraxfistel. Derselbe erleichtert unmittelbar den Ausfluss des Eiters aus der Fistelöffnung. In gleicher Absicht lässt man ja auch bekanntlich den Kranken starke Hustenstösse ausführen. Ein Hustenstoss wirkt ähnlich dem Valsalva'schen Versuch, den intrathoracischen Druck momentan steigernd.

Der Inspiration comprimirter Luft, derart dass auf die Circulation eingewirkt wird, ohne dass die Respiration leidet, entspricht kein Surrogat, so weit mir bekannt ist — abgesehen von den pneumatischen Cabinetten, auf die ich später zurückkomme.

Ein Theil der respiratorischen Wirkungen der Inspirationen comprimirter combinirt mit Inspirationen verdünnter Luft lässt

sich durch methodische tiefe Inspirationen erzielen, in so weit diese den Effect der Thoraxgymnastik ausüben: es kann dadurch allmälig der Thorax erweitert, die Musculatur gestärkt, dem entsprechend auch die vitale Lungencapacität und die pneumatometrische Athemkraft gehoben werden.

Aehnlich wirkt der Aufenthalt im Höhenklima, wobei die verdünnte Luft der wesentliche Factor ist. Desgleichen lässt sich auch durch methodische kunstgerechte Gymnastik eine Stärkung der Brustmusculatur mit ihren Erfolgen erzielen. Auf die nämliche Weise wirkt wahrscheinlich auch die Behandlung des Thorax mittelst des electrischen Stromes, wie sie gegen Phthisis und phthisischen Habitus empfohlen wurde [1]).

Für die Exspirationen in verdünnte Luft bietet die Gerhardt'sche Methode [2]) ein Surrogat. Dieselbe besteht darin, dass die Exspiration durch den Druck der Hand auf Brust und Bauch mechanisch unterstützt wird. Die Manipulation wird etwa 20—30 mal hinter einander täglich vorgenommen. Gerhardt beobachtete als Wirkung: Hinaufrücken des Zwerchfells, also Verkleinerung der ectatischen Lungen, Vermehrung der vitalen Lungencapacität, Beförderung der Expectoration. Dem gegenüber stehen als Schattenseiten: leicht Auftreten von Haemoptysis als directe Folge der Manipulation, ferner Muskelzuckungen und selbst Schwindel, nach Gerhardt's Vermuthung bewirkt dadurch, dass von abgesperrten Lufträumen der Lunge aus unter dem ausgeübten Drucke mehr Kohlensäure ins Blut aufgenommen werde. In diesen Missständen liegt zugleich der wesentliche Abstand dieser Methode von der pneumatischen Behandlung. Es fehlt ihr nicht nur vollständig das jucunde, das man bei der Therapie, wenn irgend möglich, wünscht, sondern selbst das tuto wird durch die möglichen Gefahren in Frage gestellt. — Die Methode ist übrigens, wie Gerhardt selbst hervorhebt, bereits früher mehrfach

---

1) Bastings: Die Lungenschwindsucht und ihre Heilung durch Electricität. Uebertragen von Silbermann. Erlangen 1866. Enke.

2) Berliner klin. Wochenschr. No. 3. 1873. Die Behandlung des Lungenemphysems durch mechanische Beförderung der Exspiration.

empfohlen worden, aber gut begründet und durch exacte Krankenberichte gestützt wurde sie erst von Gerhardt, so dass sie, wie ich glaube, die Bezeichnung der Gerhardt'schen Methode verdient.

Alle diese Mittel indess, ich wiederhole es, entsprechen nur einem Theil der Wirkung der pneumatischen Behandlungsmethode, sie decken nicht die volle Wirkung derselben.

Zum Schlusse erwähne ich noch einer neusten Erfindung Hauke's, nämlich des pneumatischen Panzers [1]. Die Idee, von welcher Hauke ausging, war darauf gerichtet, durch Zug auf die äussere Oberfläche des Thorax eine analoge Wirkung wie durch den Druck der comprimirten Luft auf die innere Oberfläche der Lungen zu erzielen.

Er verwendete zuerst „einen Panzer aus dünnem Eisenblech, der an seiner Umrandung mit luftgefüllten Kautschukwülsten versehen war und mit seiner weiten Wölbung nur die beweglichen Partien der Brust umschloss, so dass die Schultergegenden und die Wirbelsäule mit den ihr zunächst gelegenen Partien frei blieben.“ Dieser Panzer lässt sich leicht anlegen und schliesst gut luftdicht, indem der äussere Atmosphärendruck, sobald die Luft im Innern des Panzers mittelst eines pneumatischen Apparats verdünnt wird, den Randwulst an die Contouren des Körpers andrückt. Hierdurch wird aber zugleich ein mehr oder weniger starker Druck auf die dem Randwulst anliegenden Thoraxpartien ausgeübt, welcher namentlich bei continuirlicher Luftverdünnung belästigend wirkt. Hauke liess deshalb noch einen anderen, den Thorax ringsum vollständig umschliessenden „Panzer aus Rohrgeflecht anfertigen und legte darüber ein Hemd aus luftdichtem Stoff an, welches am Halse, so wie an den Oberarmen und um den Bauch durch elastisches Anliegen anschloss.“ Der Druck dieses Panzers ist geringer und weniger belästigend. Hauke empfiehlt deshalb diesen letzteren Panzer für diejenigen Fälle, in welchen man eine continuirliche Luftverdünnung anwenden, dagegen sei der erste Panzer (die „Maskenform“) ausreichend, wo man eine discontinuirliche Luftverdünnung benutzen will.

Therapeutische Versuche hat Hauke — wie es scheint — mit dem Panzer noch nicht angestellt. Nach seinen physiologischen Experimenten und theoretischen Deductionen empfiehlt er eine doppelte Anwendungsweise: 1) eine continuirliche Luftverdünnung, um gleich-

---

1) Wiener med. Presse No. 34 und 36. 1874.

sam eine dauernde Saugwirkung auf die Thoraxoberfläche auszuüben und dadurch den Thorax mechanisch auszudehnen — eine Indication, die bei Lungenatelectase und namentlich bei rachitisch verkrümmter Brust im Kindesalter zur Geltung kommt; 2) eine discontuirliche, mit der Inspiration congruirende Luftverdünnung, abwechselnd mit gewöhnlichem Atmosphärendruck bei der Exspiration[1]), ein Verfahren, welches zur Erleichterung der Inspiration in Fällen rein inspiratorischer Insufficienz dienen soll. Hauke empfiehlt den Panzer vornehmlich für das kindliche Alter, in welchem der Gebrauch des Apparats entweder schwierig oder unmöglich ist. Der Panzer kann auch — nach Hauke — zur Ausdehnung circumscripter eingefallener oder difformer Thoraxpartien als zweckmässiges orthopädisches Instrument benutzt werden.

Ich gewann bisher noch nicht die Zeit, um die physiologischen und therapeutischen Wirkungen des pneumatischen Panzers zu prüfen, da die Vollendung meiner in diesem Werke niedergelegten Untersuchungen meine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nahm, und es mir zweckmässiger schien, das bereits Begonnene zu einem gewissen Abschluss zu bringen als zuvor zu etwas neuem zu schreiten.

So viel scheint mir jedoch a priori sicher, dass der Gegenstand einer eingehenden Prüfung werth ist. Das Verfahren lässt sich sogar über Hauke's Vorschläge hinaus noch wesentlich erweitern: So glaube ich, dass man durch Anwendung der comprimirten Luft innerhalb des pneumatischen Panzers während der Exspiration diese erleichtern und hiermit bei Emphysem ähnlich, aber dabei doch entschieden milder wirken würde, wie durch das Gerhardt'sche Verfahren. Die Application der comprimirten Luft auf die äussere Thoraxoberfläche während der Exspiration muss analog der Exspiration in verdünnte Luft wirken. — Ferner würde eine Combination der äusseren Application com-

---

1) Die mit gewöhnlichem Luftdruck alternirende Luftverdünnung lässt sich bequem dadurch herstellen, dass der Panzer mit dem transportablen pneumatischen Apparat in Verbindung gesetzt wird, derart, dass abwechselnd, je nach dem Stande des Hahns, der Panzer mit der äusseren Luft oder mit der verdünnten Luft des Apparats communicirt.

primirter Luft mit der Inspiration comprimirter Luft einen intensiven Effect auf die Entlastung der Lungen und des Herzens von Blut ausüben, wie bereits oben bei der Umschnürung des Thorax erörtert ist. Auf weitere noch mögliche Combinationen einzugehen, verzichte ich.

Im grossen und ganzen wird jedoch der pneumatische Panzer den pneumatischen Apparat niemals ersetzen können und zwar schon aus dem einfachen Grunde, weil es unmöglich ist, von aussen auf die gesammte äussere Thoraxoberfläche direct einzuwirken; denn die beweglichste und nicht unwichtigste Thoraxwand, nämlich das Zwerchfell, entzieht sich der unmittelbaren Application der verdünnten oder comprimirten Luft von aussen, während bei der Einwirkung der Luftverdünnung oder der Luftverdichtung auf die innere Lungenoberfläche mittelst des transportablen pneumatischen Apparats die Druck- und Zugwirkung auf den gesammten Thoraxraum wirkt. Nichts desto weniger ist es wahrscheinlich, dass unter gewissen Umständen der pneumatische Panzer, sei es als Surrogat, sei es als Unterstützungs- oder Ergänzungsmittel für die pneumatische Behandlungsmethode wird dienen können. Bestimmtes müssen erst physiologische Experimente und therapeutische Versuche lehren.

Wirkung des Doppelapparats.

Die Voraussetzung, dass man durch gleichzeitige Beförderung sowohl der Inspiration wie der Exspiration, und zwar der ersteren durch comprimirte, der letzteren durch verdünnte Luft ganz besondere Vortheile erzielen müsste, liegt so ausserordentlich nahe, dass sie nicht nur sofort bei mir selbst, sondern auch bei sehr vielen, welche die Methode erst kennen zu lernen anfingen, hervortrat. Ich erfuhr dies an vielen Collegen, die sich bei mir über den Gegenstand unterrichteten, und ich selbst hatte, als ich noch erst den Hauke'schen Apparat zu benutzen begann, die Meinung, dass sich durch alternirende Inspiration comprimirter und Exspi-

ration in verdünnte Luft für gewisse Fälle Ausserordentliches erreichen lassen müsse.

Als ich jedoch in meinen physiologischen Untersuchungen genügend vorgeschritten war, um die Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft auf die Respiration und ganz besonders auf die Circulation zu kennen, kam ich mehr und mehr von obiger Voraussetzung zurück; vollends geschah dies, nachdem ich eigene Versuche mit dem genannten Verfahren angestellt hatte.

Was mich zuerst von therapeutischen Versuchen abschreckte, war die Befürchtung einer Gefahr für das Herz[1]. Durch Inspiration comprimirter Luft wird der Druck im Herzen und im Aortensystem gegen die Norm erhöht, durch Exspiration in verdünnte Luft wird er dagegen abnorm herabgesetzt. Lassen wir also dauernd Inspiration comprimirter Luft mit Exspiration in verdünnte Luft abwechseln, so bewirken wir, dass der auf dem Herzen ruhende Druck in einem fort zwischen zwei Extremen alternirt. Wir bürden demnach dem Herzen, wie ich glaubte, eine abnorme Arbeit, mindestens eine bedeutende Anstrengung auf und stören ausserdem die Circulationsverhältnisse des Blutes, da ja auch diese mit der zwischen zwei Extremen pendelnden Herzbewegung in jeder Minute mehrmals — so oft als geathmet wird — zwischen zwei Extremen sich ändern müssen. Wir heben hiermit jenen grossen Vortheil auf, der, wie ich gezeigt habe[2], hervortritt, wenn man nur die Inspiration oder die Exspiration, jede für sich allein, benutzt, nämlich den Vortheil, dass, wenn man comprimirte Luft inspirirt, auch bei der darauf folgenden Exspiration in die gewöhnliche Atmosphäre die gleiche Druckwirkung auf das Herz fortdauert, ebenso in ähnlicher Weise bei der Inspiration verdünnter Luft oder bei der Exspiration in verdünnte Luft.

Ausserdem schien mir auch die Leistung, die man durch das combinirte Verfahren den Lungen aufbürdet, eine zu eingreifende; denn man bewirkt, dass die Lungen dauernd zwischen zwei Ex-

---

1) Waldenburg: Einige Bemerkungen zum transportablen pneumatischen Apparat. Berliner klin. Wochenscrhift No. 4. 1874.

2) Vergl. S. 247, 266, 271.

tremen, einer übermässigen Ausdehnung bei der Inspiration und einer unmittelbar darauf folgenden abnormen Retraction bei der Ausathmung sich bewegen.

Diese meine Befürchtungen, die ich der Empfehlung v. Cube's[1]) gegenüber aussprach, haben sich bei meinen später ausgeführten Versuchen nicht bestätigt; eben so wenig aber auch die Voraussetzung, von der ich a priori ausging, dass durch das combinirte Verfahren die Lungenventilation in höherem Grade gesteigert werde, als durch die einfache Inspiration comprimirter Luft oder die Exspiration in verdünnte Luft jede für sich allein.

Ich benutzte zu meinen Beobachtungen eine Verbindung zweier meiner Apparate, wie oben beschrieben[2]).

Zunächst versuchte ich das combinirte Verfahren bei Kranken, welche an Emphysem und Bronchitis litten, und bei denen ich sowohl die Inspirationen comprimirter Luft als auch die Exspirationen in verdünnte Luft für indicirt hielt. Dieselben hatten grösstentheils bereits zuvor beides gebraucht, aber in der Weise, wie ich es früher beschrieben, nämlich nicht alternirend, sondern jedes gesondert für sich und durch eine Pause von einander getrennt.

Zu meiner Ueberraschung erfuhr ich, dass die Anstrengung, welche das combinirte Verfahren verursachte, von keinem Patienten stärker empfunden wurde, als wenn er comprimirte oder verdünnte Luft für sich allein gebrauchte; ja von vielen wurde sogar eine geringere Anstrengung behauptet. Auch der Puls zeigte nicht die Schwankungen, die ich erwartete.

Ich füge gleich hinzu, dass auch die Erleichterung, welche die Kranken bei dem combinirten Verfahren spürten, geringer war als zuvor, während sie die comprimirte und die verdünnte Luft gesondert benutzt hatten. Die meisten kehrten deshalb, theils mit theils ohne oder selbst gegen meine Einwilligung, früher oder später wieder zum früheren Verfahren zurück, und ich selbst hatte

---

3) v. Cube: Ein mechanischer Doppelapparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berliner klin. Wochenschr. No. 4. 1874.

4) S. 159.

so sehr die Ueberzeugung einer geringeren Wirksamkeit gewonnen, dass ich nach wochenlangen therapeutischen Versuchen die Fortsetzung derselben aufgab.

Die Ursache, weshalb die ursprünglichen Erwartungen in jeder Richtung getäuscht wurden, fand ich sehr bald, als ich Experimente mit dem combinirten Verfahren an Gesunden unternahm.

Folgender Gedankengang führte zum Ziele: Gesetzt, ein gesunder Mann mit beispielsweise 4000 Ccm. vitaler Lungencapacität athmet bei Inspiration comprimirter Luft 5000 Ccm. in seine Lungen ein und eben so viel bei der Exspiration in verdünnte Luft aus, so müsste er bei dem combinirten Verfahren 6000 Ccm. bei jeder Inspiration ein- und bei jeder Exspiration ausathmen. Bei der ersten Inspiration comprimirter Luft nämlich athmet er 1000 Ccm. mehr ein als in der Norm, und um dieses Volumen erweitert sich der Thorax nach aussen über die gewöhnliche tiefe Inspirationsstellung hinaus. Ebenso athmet er bei der Exspiration 1000 Ccm. über die Norm aus, welche der Residualluft entzogen werden. Wird nun die Inspiration comprimirter mit der Exspiration in verdünnte Luft combinirt, so werden zunächst die 5000 Ccm., welche ursprünglich über die Exspirationsstellung hinaus inspirirt wurden, ausgeathmet, und nun müssen noch weitere 1000 Ccm. von der Residualluft entzogen werden, also im ganzen müssen 6000 Ccm. exspirirt werden. Bei der nunmehr darauf folgenden Inspiration müssen hinwiederum diese 6000 Ccm. Luft eingeathmet, sodann wieder exspirirt werden, und so fort.

Das Experiment lehrte in schlagender Weise, dass diese Annahme in Wirklichkeit nicht zutrifft.

Ein gesunder kräftiger Mann mit 4000 Ccm. vitaler Lungencapacität wurde wiederholentlich zum Experiment nach dieser Richtung hin benutzt. Es wurde eine Luftverdichtung und Luftverdünnung von $^1/_{40}$ Atmosphärendruck angewendet.

Liess ich ihn nach tiefer Exspiration die comprimirte Luft inspiriren, so nahm er 5400 Ccm. Luft in seine Lungen auf, also 1400 Ccm. über seine Vitalcapacität. Liess ich ihn nach einer Pause in der freien Luft tief inspiriren und unmittelbar darauf in verdünnte Luft ausathmen, so betrug das ausgeathmete

Luftquantum gleichfalls 5400 Ccm.; die verdünnte Luft entzog demnach der Residualluft 1400 Ccm. und retrahirte um dieses Volumen die Lungen.

Nunmehr wurden beide Verfahren mit einander combinirt: zuerst wurde die comprimirte Luft inspirirt und unmittelbar darauf in die verdünnte Luft exspirirt. War die Voraussetzung richtig, so müssten jetzt nicht 5400, sondern 6800 Ccm. Luft exspirirt werden. Diese Consequenz traf nicht ein. Vielmehr vermochte der Mann auch jetzt für gewöhnlich nicht mehr als 5400 Ccm. Luft zu exspiriren, und nur bei äusserster Anstrengung gelang es ihm ein einziges Mal bis nahe zu 6000 Ccm. Luft zu exspiriren, also immer noch 800 Ccm. weniger, als der Voraussetzung entsprach.

Das Gleiche geschah, wenn ich auf die Exspiration in verdünnte Luft eine Inspiration comprimirter Luft folgen liess. Hier gelang es niemals mehr als 5400 Ccm., also dasjenige Maximum, welches auch ohne die verdünnte Luft mit der comprimirten Luft für sich allein erreicht wurde, zu erzielen.

Beobachtete ich darauf die Patienten, welche das combinirte Verfahren benutzten, und bei welchen ich mit Fleiss jede Ueberanstrengung vermeiden lasse, so brachten sie ausnahmslos sowohl bei der Exspiration wie bei der Inspiration den Cylinder immer nur gerade um eben so viel in die Höhe resp. herunter, als wie sie es auch ohne die Combination beider Verfahren thaten.

Die Voraussetzung, von der ich ausgegangen war, traf also nicht zu; logisch richtig war sie unzweifelhaft construirt, es konnte das Nichteintreffen der Consequenz also nur von fehlerhaften Vorbedingungen abhängen. Als Vorbedingung war angenommen, dass bei dem combinirten Verfahren sowohl die comprimirte als die verdünnte Luft in vollkommen gleicher Weise wirkt, wie wenn jede gesondert angewendet wird. Es war vorausgesetzt, dass bei der Inspiration der comprimirten Luft der Thorax in dem gleichen Grade wie sonst ausgedehnt, bei der Exspiration in verdünnte Luft die Lunge eben so stark wie sonst retrahirt wurde. Diese Voraussetzungen erwiesen sich, wie das Experiment lehrte,

als falsch, und deshalb konnte auch nicht die erwartete Consequenz eintreten.

Meine Versuche demonstriren auf das schlagendste, dass beim combinirten Verfahren eben nicht die volle Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auftritt.

Hat jemand comprimirte Luft tief inspirirt, und athmet er unmittelbar darauf in verdünnte Luft aus, so retrahirt sich eben nicht die Lunge so weit, als wie sie es ohne die vorhergegangene Inspiration comprimirter Luft gethan hätte, und vice versa erweitert sich bei der auf die Exspiration in verdünnte Luft folgenden Inspiration comprimirter Luft der Thorax nicht in dem Grade, als wie es ohne die Combination der Fall gewesen wäre. Daher die zu kleinen Zahlen, die wir beim Experiment gefunden.

Die Erklärung ist sehr einfach. Hat jemand comprimirte Luft inspirirt und beispielsweise 1400 Ccm. mehr Luft als seine vitale Lungencapacität, die in diesem Falle 4000 Ccm. beträgt, in seine Lungen aufgenommen, so wird, falls nun unmittelbar darauf eine Exspiration in verdünnte Luft folgt, zunächst die comprimirte Luft sich expandiren, es wird durch den Gegensatz der Luftcompression in den Lungen und der Luftverdünnung im pneumatischen Apparat zuerst gleichsam eine Compensation der Druckwirkung eintreten so lange, bis die Wirkung der verdünnten Luft überwiegt. Nun dauert die Exspiration nur eine gewisse Zeit, über welche hinaus sie kaum mit der äussersten Anstrengung angehalten werden kann. Ist die betreffende Versuchsperson im Stande, die Exspiration so lange auszuhalten, bis die Wirkung der verdünnten Luft beginnt, so kann ihr noch ein Theil der Residualluft entzogen werden (in dem oben genannten Experiment betrug dies bei äusserster Anstrengung nur 600 Ccm., während sonst 1400 Ccm. ohne Anstrengung in die verdünnte Luft ausgeathmet wurden). Ist sie dies nicht im Stande, so kommt die verdünnte Luft überhaupt nicht zur Wirkung. Es ist nämlich zu erwägen, dass das Ausströmen der Luft aus den Luftwegen und durch den Schlauch des Apparats eine gewisse Zeit erfordert, und ist vorher comprimirte Luft eingeathmet, so muss ein gewisser Ueberschuss an Luft (im obigen Falle 1400 Ccm.)

mehr in den Apparat einströmen, ehe die gewöhnliche Exspirationsstellung erreicht wird.

Ist es schon für gesunde Menschen ausserordentlich anstrengend, die Exspiration so lange anzuhalten, dass beim combinirten Verfahren die verdünnte Luft zur Wirkung komme; um wie vielmehr ist dies bei Kranken der Fall! Bei ihnen soll jede Anstrengung vermieden werden; sie halten ihren Athem deshalb gar nicht so lange an, bis die verdünnte Luft in die Lage kommt, den Residualraum zu verkleinern.

Für die Inspiration gilt das Gleiche wie für die Exspiration. Wahrscheinlich vertheilt sich bei der Anwendung des combinirten Verfahrens die Wirkung und die Wirkungslosigkeit sowohl auf die Inspiration wie auf die Exspiration. Weder die eine noch die andere kommt voll zur Wirkung; die verdünnte Luft compensirt die Wirkung der verdichteten und umgekehrt.

Hieraus erklärt sich nun sehr einfach, dass weder meine Befürchtungen noch die Hoffnungen, die an das combinirte Verfahren geknüpft wurden, sich realisirten. Dasselbe strengt weder die Lungen noch das Herz an — falls nicht die Ein- und Ausathmungszeit in unzulässiger Weise prolongirt wird; aber auch die Wirkungen sind bei weitem geringer als die der einfachen Methoden, die Lungenventilation wird durch das Verfahren nicht vermehrt.

Ein eifriger Verfechter des combinirten Verfahrens ist von Cube[1]. Derselbe rühmt, es therapeutisch mit grossem Nutzen angewandt zu haben. Auch behauptet er, Erfolge damit erzielt zu haben in Fällen, in welchen die einfachen Methoden im Stiche liessen.

Ich kann diesen Thatsachen nicht widersprechen, wenn ich auch selbst zu entgegengesetzten Erfahrungen gelangt bin. Vielleicht wirkte das einfache Verfahren in den betreffenden Fällen v. Cube's zu stark, und wurde durch das combinirte gemildert? In diesem Falle wäre aber vielleicht auch ein Herabgehen in der Druckwirkung der einfachen Methode von Nutzen gewesen.

1) a. a. O., ferner Wiener med. Wochenschr. No. 28. 29. 1874

Die Frage muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Jedenfalls ist sie noch nicht vollständig gelöst, und weitere Untersuchungen werden vielleicht mein abfälliges Urtheil mildern können.

Ein Moment kommt besonders in Betracht, durch welches die Resultate wahrscheinlich wesentlich modificirt werden dürften:

Wir sehen nämlich, dass die Wirkungen der comprimirten und der verdünnten Luft hauptsächlich um deswegen nicht zur vollen Entfaltung kommen, weil die Zeit, während welcher die Luft aus den Lungen in den Apparat ausströmt, im Verhältniss zur Exspirationsdauer zu lang ist. Diese Zeit liesse sich dadurch abkürzen, dass man die Oeffnung des Hahns, die Weite des zuführenden Schlauchs und vielleicht auch das Lumen des Rohrs am Apparat, woran der Schlauch befestigt ist, vergrössert. Auf diese Weise würde sowohl die comprimirte Luft schneller zu- und die Exspirationsluft schneller abfliessen. Durch eine solche Vorrichtung würde auch bei den einfachen Verfahrungsweisen die Wirkung verstärkt (ich wünschte diese Verstärkung nicht und vermied deshalb eine Erweiterung der Lumina), und sie würde dann um so eher auch bei dem combinirten Verfahren hervortreten.

Lassen sich aber in Wirklichkeit auf diese Weise die Vortheile erzielen, welche aus einer Combination der Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft hervorgehen, so müssen auch die Nachtheile auftreten, welche ich eingangs dieses Kapitels beschrieben, und die Befürchtungen sind dann wiederum am Platze, welche mich ursprünglich von Versuchen abgeschreckt hatten.

Therapeutische Beobachtungen.

Nachdem ich die allgemeinen Wirkungen der verschiedenen pneumatischen Heilverfahren in extenso dargelegt und die sich aus ihnen ergebenden Indicationen erörtert, bleibt mir nur noch übrig auseinanderzusetzen, ob und in wie weit die Heilmethoden sich in speciellen Krankheitsfällen bewährt haben, und wo die Grenzen ihrer Wirksamkeit zu suchen sind.

Ich habe bis jetzt im ganzen 500 Kranke mit dem pneumatischen Apparate behandelt, von denen 175 an Emphysem, grösstentheils in Verbindung entweder mit Bronchitis oder mit Asthma, 220 an Lungenschwindsucht, 42 an Herzkrankheiten, 18 an Pleuritis oder Empyem, die übrigen an verschiedenen anderen Affectionen — Anlage zur Phthisis, Bronchitis, Stenose des Larynx und der Trachea, Chlorose u. a. — litten.

Es würde vielleicht den Eindruck der Exactität machen, wenn ich in Zahlen ausdrücken könnte: von den obigen Fällen sind so viel geheilt, so viel gebessert, die übrigen ungebessert geblieben. Solche Zahlen anzugeben verzichte ich, weil ich es für unmöglich halte, eine relativ grosse Zahl von chronischen Krankheitsfällen in tadelloser Weise in die genannten Categorien einzuordnen, ohne entweder hier und da den Thatsachen Zwang anzuthun, oder auch sonst eine verkehrte Anschauung und Deutung zu erwecken. Solche Rubricirungen sind meines Erachtens nach stets werthlos, wenn man nicht zugleich unternimmt, jeden einzelnen Fall speciell, wenn auch nur kurz, zu referiren, um den Leser in den Stand zu setzen, selbst eine Entscheidung unabhängig vom Autor zu treffen. Bei grossen Beobachtungsreihen ist eine Aufführung jedes einzelnen Falles unmöglich, und deshalb glaube ich, ist es besser, man verzichte auf die Zahlen und errege nicht den Schein der Exactität, welche in Wirklichkeit doch nicht vorhanden ist. Schon die Ungewissheit, ob in denjenigen Fällen, die man später aus den Augen verliert, — und diese bilden die grössere Anzahl — wenn man sie bereits geheilt glaubt, nicht dennoch über kurz oder lang eine Recidive eingetreten ist, trübt die Entscheidung, ob man die betreffenden Fälle geheilt oder gebessert nennen solle. Dazu kommt eine ziemlich grosse Reihe von Patienten, welche die Cur viel zu früh unterbrechen, als dass das Resultat ein irgend wie massgebendes sein könnte: sie rangiren unter den gebesserten oder ungeheilten, während sie bei längerer Behandlung vielleicht vollkommen hergestellt worden wären. Wiederum bei anderen wird man überhaupt im Zweifel sein, unter welche Categorie man sie einordnen solle; denn sie können in mancher Beziehung sich wesentlich gebessert haben, wogegen andere Krank-

heitssymptome unverändert geblieben oder selbst verschlimmert sind: der eine Arzt würde sie unter die Gebesserten, der andere vielleicht selbst unter die Verschlimmerten stellen.

Diese Gründe scheinen mir triftig genug, um auf die Zahlenangaben im allgemeinen zu verzichten.

Ich werde mich damit begnügen, die Resultate mitzutheilen, welche mit einer gewissen Constanz auftreten, und in betreff des Endergebnisses werde ich namentlich solche Kranke ins Auge fassen, welche genügend lange unter meiner Beobachtung blieben, um eine richtige Beurtheilung zu gestatten. Ausserdem werde ich mich bemühen, auch die ungünstigen Resultate überall hervorzuheben, um von vorn herein einem übereilten Enthusiasmus vorzubeugen, der, wenn er später sich nicht erfüllt, leicht in sein Gegentheil umschlagen könnte.

Die Casuistik will ich in möglichst knapper Form ausführen; denn ich habe seit lange die Ueberzeugung gewonnen, dass je ausführlicher eine Krankengeschichte ist, um so weniger Aussicht hat sie gelesen zu werden, um so mehr verfehlt sie also ihren Zweck.

Emphysem. Bronchitis. Asthma.

In betreff der Pathogenese und der Diagnostik des Emphysems so wie über die allgemeine Wirkung der verdünnten und verdichteten Luft bei Emphysem und Bronchitis verweise ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das früher bereits ausführlich Erörterte[1]). Hier will ich nur im speciellen die therapeutischen Resultate darlegen, welche ich erhielt, und die Heilmethoden, welche ich in Anwendung zog.

Bei reinem Emphysem, wenn zur Zeit weder Bronchitis damit combinirt, noch ein asthmatischer Anfall gerade vorhanden war, liess ich grösstentheils nur die Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen. Eine Ausnahme hiervon machten nur die hochgradigsten Fälle von Emphysem, in welchen nicht nur die Exspiration insufficient war, sondern auch die Inspiration erheblich

---

1) Vgl. namentlich S. 36 ff., 59 ff., 71 ff., 99, 101, 186 ff., 298, 301 ff., 309 ff.

gelitten hatte. In diesen Fällen combinirte ich die Exspiration in verdünnte Luft mit der Inspiration comprimirter Luft, derart dass ich meist zuerst mehrere Cylinder condensirter Luft einathmen und sodann nach einer Pause von 10—15 Minuten in verdünnte Luft gleichfalls mehrere Cylinderfüllungen ausathmen liess. Bestand zur Zeit ein gewisser Grad von Dyspnoë, so liess ich zum Schluss noch einmal einen Cylinder comprimirte Luft einathmen; denn diese letztere wirkt stets als directes, dem Kranken wohlthuendes Antidyspnoicum, ohne irgend welche Anstrengung zu verursachen, wogegen die Ausathmung in verdünnte Luft auch bei insufficienter Exspiration meist die Empfindung einer gewissen Anstrengung erweckt und bei hochgradiger Dyspnoë kaum ausführbar ist.

Bestand neben dem Emphysem gleichzeitig Bronchitis, so verband ich grösstentheils die Inspirationen comprimirter Luft mit den Exspirationen in rareficirte Luft in derselben Weise, wie eben beschrieben. Nur bei sehr heftiger Bronchitis mit starker Dyspnoë verzichtete ich zeitweise auf die Exspirationen in verdünnte Luft ganz, weil diese den Husten steigerten, und begnügte mich so lange mit der condensirten Luft für sich allein, bis der Catarrh gemildert, wieder die Behandlung des Emphysems mittelst der verdünnten Luft zuliess. Nur wenn die das Emphysem begleitende Bronchitis einen sehr geringen Grad erreichte, liess ich allein die Exspirationen in verdünnte Luft ausführen und verzichtete auf die comprimirte.

Bestand Bronchitis für sich allein ohne nachweisbares Emphysem, so liess ich gewöhnlich anfänglich allein oder wenigstens vorwiegend die comprimirte Luft gebrauchen und nur, wenn das Pneumatometer eine merkliche Exspirationsinsufficienz anzeigte, verband ich damit auch Exspirationen in verdünnte Luft.

Was endlich das Asthma betrifft, so bestand in den weitaus meisten Fällen, welche ich beobachtete, gleichzeitig Emphysem und zwar oft sehr hochgradiges. Ich liess deshalb in den freien Intervallen des Asthma's Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen, verband aber fast ausnahmslos damit, wenn zugleich Bronchitis vorhanden, oder wenn das Pneumatometer nicht einen

gesteigerten oder wenigstens relativ kräftigen Inspirationszug neben der exspiratorischen Insufficienz nachwies, auch Inspirationen comprimirter Luft in der oben angegebenen Weise. In den sehr wenigen Fällen, in welchen Emphysem überhaupt nicht vorhanden war, liess ich ausschliesslich comprimirte Luft gebrauchen.

Während der asthmatischen Anfälle ist, wenn die Kranken überhaupt noch den pneumatischen Apparat zu gebrauchen fähig sind, meist einzig und allein die comprimirte Luft anwendbar. Nur, wenn der Anfall sich bereits gemildert hatte, konnten einige meiner Patienten auch in verdünnte Luft exspiriren. Man sei indess vorsichtig mit der Empfehlung dieser letzteren Methode, so lange nicht ein erheblicher Nachlass des Anfalls eingetreten ist.

Was die Dauer einer jeden Sitzung, d. h. die Zahl der täglich zu verbrauchenden Cylinderfüllungen, so wie die anzuwendende Druck- resp. Zugkraft anlangt, so kann ich auf die oben[1]) bereits ausgesprochenen allgemeinen Grundsätze verweisen. Ich hebe hier nur noch einmal hervor, dass ich sowohl bei der Exspiration in verdünnte Luft wie bei der Inspiration condensirter am häufigsten $^1/_{60}$ Atmosphärendruck anwende und nur allmälig auf höchstens $^1/_{40}$ Atmosphärendruck steige. Je nachdem man mehr auf die Exspiration oder auf die Inspiration wirken will, wird man bald mehr den Zug der verdünnten Luft, bald den Druck der comprimirten Luft erhöhen. Bei starker Dyspnoë und hochgradiger Bronchitis empfiehlt sich oft eine erhöhte Compression, wogegen eine Verstärkung des Grades der Luftverdünnung zu vermeiden ist. Umgekehrt wird man bei erheblichem Emphysem mit geringem Catarrh und geringer Dyspnoë, namentlich wenn keine Inspirations-Insufficienz besteht, die Luftverdünnung steigern, dagegen die Luftcompression nicht über $^1/_{60}$ Atmosphärendruck erhöhen.

Ganz besonders zu beachten ist, dass in denjenigen Fällen von Emphysem, in welchen man auf den Gebrauch der rareficirten Luft aus den oben genannten Ursachen zum Schluss noch Inspirationen condensirter Luft folgen lässt, man diese letztere von möglichst geringem Drucke und nur kurze Zeit (1 Cylinder-

1) Vergl. oben S. 137 ff.

füllung) anwende, um nicht die vorhergegangene Wirkung der verdünnten Luft auf die Retraction der Lungen zu paralysiren. Wo es irgend angeht, d. h. wenn keine Dyspnoë vorhanden oder ein asthmatischer Anfall zu fürchten ist, vermeide man lieber die Inspiration comprimirter Luft zum Schlusse ganz und lasse dafür lieber den Kranken längere Zeit ausruhen. Ich kann indess versichern, dass auch in den zahlreichen Fällen, in welchen ich die comprimirte Luft mit der angegebenen Vorsicht zum Schluss gebrauchen liess, keine Störung in der fortschreitenden Besserung des Emphysems nachweisbar war, ohne dass ich indess a priori bestreiten könnte, dass möglicherweise, wenn die verdünnte Luft nur für sich allein gebraucht worden wäre, die Retraction der Lungen schneller von statten gegangen wäre.

Die Zahl der Cylinderfüllungen, die man für die verdünnte und die comprimirte Luft gebrauchen lässt, hängt gleichfalls von dem individuellen Zustand ab, dem entsprechend man bald mehr die Wirkung der einen Methode, bald die der anderen erhöhen will. Gewöhnlich beginne ich am ersten Tage mit 1—2 Cylinderfüllungen, sei es von der comprimirten oder von der verdünnten Luft, sei es von beiden, und steige sodann auf je 3—4, selten bis zu 5—6 täglich. Nur bei gerade vorhandener starker Dyspnoë habe ich häufig die Inspirationen comprimirter Luft bis zu 10—12 Cylindern täglich, gewöhnlich in 2—3 Sitzungen, gesteigert. Die verdünnte Luft habe ich fast niemals in dieser grossen Quantität benutzen lassen.

Ich gehe nunmehr zu den therapeutischen Erfolgen über, die ich beim Emphysem zu erzielen vermochte.

Wie ich bereits zeigte, sind zwar sowohl die Exspirationen in verdünnte Luft wie die Inspirationen comprimirter beim Emphysem nützlich, aber in ganz verschiedener Weise. Curativ, d. h. die Grundkrankheit bessernd oder heilend durch Retraction der ectatischen Lungen, wirken allein die ersteren; dagegen gewähren die letzteren einen symptomatischen, deshalb aber auch nur palliativen Nutzen dadurch, dass sie die vorhandene Dyspnoë mildern oder beseitigen und durch grössere Ausdehnung des Thorax und Kräftigung seiner Inspirationskraft dem Körper

gleichsam energischere Waffen zur Bekämpfung einer etwa später wieder auftretenden Dyspnoë an die Hand geben[1]).

Der Nutzen beider Methoden bewährt sich denn auch in praxi, aufs vollkommenste der Theorie entsprechend.

Was zunächst die objectiven Symptome betrifft, so konnte ich in der weitaus grössten Zahl der Fälle unter dem Gebrauche der Exspirationen in verdünnte Luft durch die Percussion eine Retraction der früher über die Norm ausgedehnten Lungengrenzen feststellen. In leichteren Fällen, in welchen die untere Lungengrenze nur um die Breite eines Intercostalraums ausgedehnt war, konnte ich häufig schon nach 8—14 Tagen vollkommen normale Lungengrenzen constatiren. Aber auch in schwereren Fällen, in welchen die Lungen bis zum Rande der freien Rippen hinabreichten und das Herz vollständig überdeckten, konnte ich Schritt für Schritt ein allmäliges Zurückweichen der Lungengrenzen sowohl auf der rechten wie auf der linken Seite beobachten, und in einer nicht unerheblichen Zahl solcher Fälle konnte ich nach vier bis acht Wochen durch die Percussion keinerlei Abweichung von der Norm mehr nachweisen: die unteren Lungengrenzen waren bis zur 7. Rippe in der Mammillarlinie retrahirt, das Herz war nicht mehr von der Lunge überdeckt; wo die Leber oder auch das Herz durch die ectatischen Lungen herabgedrängt waren, fand ich sie am Schluss der Behandlung in ihre normale Lage wieder zurückgekehrt.

Selbst bei der Besichtigung der Thoraxwandungen liess sich in einigen Fällen eine restitutio ad integrum aufs eclatanteste constatiren. Ich beobachtete nämlich bei einigen Kindern im Alter von 8—10 Jahren, welche bereits viele Jahre hindurch von den heftigsten asthmatischen Anfällen geplagt wurden, eine eigenthümliche Difformität des Thorax, nämlich eine so erhebliche Prominenz des unteren Theils des Brustbeins, wie sie sonst nur bei der Kyphose vorzukommen pflegt. Die kleinen Patienten konnten in der That als bucklig gelten, obgleich von einer Kyphose oder Scoliose nicht die Rede war. Vielmehr war das in der Ent-

1) Vergl. oben S. 212 und 311.

wicklung begriffene, noch nicht verknöcherte Sternum nebst den Rippenknorpeln und dem vordern Theil der Rippen einem häufigen forcirten Zuge der Inspirationsmuskeln während der asthmatischen Anfälle ausgesetzt gewesen und hatte demselben allmälig mehr und mehr nachgegeben, so dass das Sternum dauernd prominent und der Thorax difform wurde. (Diese seltene Difformität des Thorax ist wohl zu unterscheiden von der sehr häufig vorkommenden sogenannten Hühnerbrust, dem kielförmigen Thorax. Diese letztere ist eine Abart des paralytischen Thorax, die Brust ist flacher, schmäler und in jeder Richtung weniger geräumig als normal, wogegen die von mir beschriebene Difformität gerade umgekehrt dem ectatischen Thorax zuzurechnen ist).

Zwei asthmatische Kinder mit so difformem Thorax waren in meiner Behandlung und gebrauchten die Exspirationen in verdünnte Luft. Bei beiden war hochgradiges Emphysem vorhanden. Unter der pneumatischen Behandlung war durch die Percussion eine fortschreitende Retraction der Lungengrenzen zu constatiren, und gleichzeitig verminderte sich sichtlich die Prominenz am Sternum und die Difformität des Thorax.

Hand in Hand mit der percussorisch nachweisbaren Retraction der Lungengrenzen oder richtiger ihr vorausschreitend ging eine Besserung auch der übrigen Symptome. Die vitale Lungencapacität stieg beträchtlich, nicht selten um 1000 Cm. und mehr innerhalb 1—3 Wochen, später noch höher, bis sie endlich einen Grad erreichte, über den sie nicht mehr hinausging. Oft genug sah ich eine tief gesunkene Capaeität nicht nur bis zum Minimum der Norm anlangen, sondern zuweilen selbst das höchste Maass des Gesunden erreichen.

In gleicher Weise verhielt es sich mit den pneumatometrischen Werthen. Meist wurde sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft gehoben, die letztere aber gewöhnlich in höherem Grade als erstere. Oft blieb zuletzt zwar keine absolute, aber doch eine relative Insufficienz der Exspiration zurück, derart dass diese letztere zwar gegen früher ausserordentlich gesteigert und auch gegen den Zustand der Gesundheit an und für sich nicht zu klein erschien, aber immer doch noch niedriger blieb als die weit

über die Norm erhöhte Inspirationskraft. In anderen Fällen endlich wurde das normale Verhältniss aufs vollkommenste wieder hergestellt, so dass der Exspirationsdruck den Inspirationszug, selbst wenn dieser eine ziemliche Höhe erreichte, noch übertraf.

Höchst bemerkenswerth sind noch die Untersuchungen von Haenisch[1]), welcher zu den bereits erörterten Thatsachen auch durch stethographische Curven die Heilung des Emphysems ad oculos zu demonstriren vermochte.

Der Besserung der objectiven Symptome entspricht auch die der subjectiven. Die Dyspnoë, zuweilen selbst in der Ruhe permanent und stets mehr oder weniger hochgradig bei jeder geringen Anstrengung hervortretend, minderte sich und schwand endlich ganz. Häufig konnte ich diese subjective Erleichterung schon nach einer einzigen oder wenigen Sitzungen constatiren. Die Kranken hatten eine Empfindung des Wohlbehagens, die ihnen seit lange abhanden gekommen war; sie konnten sich schnell bewegen und Treppen steigen, ohne bei jedem Schritte an ihren Athem erinnert zu werden. Viele, die anfänglich die leider hohen Treppen meiner Wohnung nur von Stufe zu Stufe keuchend, auf jeder zum Ausruhen haltmachend, sich hinaufschleppten, suchten nach wenigen Wochen einen gewissen Stolz darin, sie in einem Zuge ohne Unterbrechung hinaufeilen zu können.

Mit der Besserung des Athmens hob sich das gesammte Allgemeinbefinden: Appetit und Schlaf kehrte zurück, das Aussehen wurde besser, die Kranken gewannen frischen Lebensmuth, indem sie das lang entbehrte Gefühl der Gesundheit wieder zurück erlangt hatten.

Hiermit habe ich den günstigsten Verlauf des Emphysems gezeichnet, und zwar des nicht complicirten Emphysems, wie es nach heftiger Bronchitis oder nach asthmatischen Anfällen zurückgeblieben oder nach aussergewöhnlichen Anstrengungen oder auf andere unbekannte Weise entstanden ist. (Das bei Lungenverdichtungen auftretende collaterale oder sogenannte vicariirende

1) a. a. O. vergl. S. 298.

Emphysem ist von der Betrachtung ausgeschlossen, da ich dasselbe der mechanischen Therapie nicht zu unterwerfen versuchte).

Ist das Emphysem zur Zeit noch mit Bronchitis combinirt, so bleibt die Wirkung der verdünnten Luft die nämliche, und die gleichzeitige Inspiration der comprimirten Luft wirkt der Bronchitis entgegen.

In vielen Fällen von Bronchitis, theils complicirt mit Emphysem, theils für sich allein, habe ich von der Einathmung der comprimirten Luft einen überraschend günstigen Erfolg gesehen, ähnlich wie ihn zuerst Sommerbrodt[1]) durch mehrere mitgetheilte Fälle glänzend illustrirte. Der lang bestandene und allen bisherigen Mitteln hartnäckig trotzende Catarrh wurde plötzlich unter dem Einfluss der comprimirten Luft gemildert und schnell sistirt. Zunächst wurde die Expectoration erleichtert, der Husten verlor an Heftigkeit, raubte nicht mehr die Nachtruhe, wurde schliesslich immer geringfügiger und schwand endlich ganz, während die Auscultation von den früher jeden Athemzug begleitenden rasselnden, pfeifenden und schnurrenden Geräuschen allmälig immer weniger und endlich nichts mehr wahrzunehmen vermochte, schliesslich auch das verlängerte Exspirationsgeräusch sich mehr und mehr verlor.

Ich kann jedoch nicht behaupten, dass diese günstigen Fälle die Mehrheit bilden. Ich habe vielmehr eine ganze Reihe hartnäckiger schwerer Bronchitides beobachtet, die durch die comprimirte Luft entweder gar nicht oder nur sehr wenig gebessert wurden, und bei denen ich die übrige medicamentöse Therapie, namentlich die locale Behandlung mittelst Inhalationen, nicht entbehren konnte.

Ich bin überhaupt der Meinung, dass es fehlerhaft wäre, die mechanische Behandlungsmethode, wo sie indicirt ist, mit Ausschluss der sonst üblichen Therapie anwenden zu wollen; vielmehr wird man den vollkommensten Nutzen derselben gerade dann erreichen, wenn man sich der übrigen Hülfsmittel unseres Arzneischatzes nicht entschlägt. Zwar habe ich anfänglich die übrige

---

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 15. 21 1875.

Therapie bei vielen meiner Kranken möglichst bei Seite gesetzt, um experimentell zu prüfen, welchen Effect die pneumatische Methode für sich allein ausübt. Nun aber, da ihre Wirkungsweise mir sicher gestellt scheint, ist ein Verzicht auf die übrige Therapie zwecklos und deshalb nicht rathsam.

Um wieder auf die Bronchitis zurückzukommen, so habe ich gerade bei dieser Erkrankung den Eindruck gewonnen, dass die pneumatische Heilmethode für sich allein nicht im mindesten die Inhalationstherapie [1]) zu ersetzen oder zu verdrängen im Stande ist. Dagegen beide Methoden, gleichzeitig angewendet, unterstützen einander sehr wesentlich, und durch die Verbindung beider [2]) lassen sich oft Erfolge erzielen, wie sie durch jede für sich allein nicht zu erreichen sind.

Die Hartnäckigkeit der das Emphysem complicirenden Bronchitis bildet nicht selten ein störendes Moment für die Rückbildung des Emphysems. Wenn dieses letztere sich trotzdem nebst der Bronchitis bessert, so verhindert die Behandlung doch nicht immer

---

1) Ich kann auf diesen Gegenstand hier unmöglich eingehen und muss auf mein früheres Werk verweisen: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite Auflage. Berlin 1872. Georg Reimer.

2) Unter der Verbindung der pneumatischen Behandlung mit der Inhalationstherapie verstehe ich vorläufig die zwar gleichzeitige, aber doch gesonderte Anwendung beider, nicht eine Combination mittelst der Wulf'schen Flasche. Ich bin weit entfernt, über diese letztere Methode hiermit ein absprechendes Urtheil fällen zu wollen. Nur fehlt mir noch ein genügend grosses Beobachtungsmaterial, um sie bereits an Stelle der gewöhnlichen Inhalationstherapie empfehlen zu können — zumal da der Medicamentenschatz, über welchen sie verfügt, da er nur aus der Verflüchtigung zugänglichen Stoffen sich recrutirt, ein sehr geringfügiger ist. — Erwähnen will ich jedoch, dass ich bereits in einer Anzahl von Fällen bei Emphysem mit Bronchitis Terpenthinöl-Inhalationen aus der Wulf'schen Flasche mit der Inspiration comprimirter Luft in der früher angegebenen Weise (vgl. S. 163) combinirte, und bei vielen derselben mit dem Erfolg zufrieden war. Anderen genügte dies Verfahren nicht, und ich musste sie auf ihren dringenden Wunsch wieder zu den Inhalationen mittelst des Nebeldampfapparats zurückkehren lassen, bei welchen sie grössere Erleichterung fanden. Uebrigens empfehle ich, mit der Quantität des in die Wulf'sche Flasche zu giessenden Terpenthinöls vorsichtig zu sein: meistentheils füge ich anfangs nur 3—5 Tropfen zu dem in der Flasche befindlichen Wasser hinzu. Durch grössere Dosen habe ich zuweilen eine Stockung der Expectoration und vermehrte Dyspnoë beobachtet.

(wenn sie dies überhaupt vermag, und zwar durch die Einwirkung der comprimirten Luft auf Beseitigung der Hyperämie) das Auftreten einer Recidive. Sobald aber die Bronchitis recidivirt und dabei zu einer gewissen Heftigkeit mit bedeutender Verengerung der kleinen Bronchien anschwillt, so ist durch die hierbei auftretende Dyspnoë wieder die Gelegenheit auch zu einer Recidive des Emphysems selbst gegeben. In der That beobachtete ich in vielen Fällen, welche bereits gebessert, oder vorübergehend selbst geheilt waren, durch Recidive oder Exacerbation der Bronchitis auch das Emphysem mit allen seinen Symptomen wieder auftreten, wenn auch meist in viel geringerem Grade als zuvor.

Es gelang mir auf diese Weise die Bestätigung der schon früher hauptsächlich von Biermer urgirten Anschauung, dass das Emphysem auf mechanischem Wege in Folge der Bronchitis zu Stande kommt. Unter meinen Augen gleichsam sah ich ein bereits in der Rückbildung begriffenes Emphysem während einer heftigen, mit starker Dyspnoë verbundenen Bronchitis wieder zunehmen und auch nach dem Ablauf der Bronchitis so lange fortdauern, bis eine weitere mechanische Behandlung wiederum die Rückbildung bewirkte.

Das Gleiche geschah während asthmatischer Anfälle. Auch hier zeigte sich die Wechselwirkung zwischen Emphysem und Asthma, indem durch das erstere nicht nur das letztere, der allgemeinen Annahme entsprechend, entweder bedingt oder gesteigert, sondern auch umgekehrt der asthmatische Anfall die mechanische Ursache einer Production oder Steigerung des Emphysems wurde.

Ich komme nunmehr zu dem eigentlichen Asthma. Ich möchte zwei Formen desselben auseinanderhalten. Bei der einen besteht ausnahmslos während der typischen asthmatischen Anfälle und theilweise oder perpetuirlich auch während der Intervalle eine mehr oder weniger heftige Bronchitis mit Emphysem. Der asthmatische Anfall wird hier bedingt durch eine Exacerbation der Bronchitis, er dauert Tag und Nacht mit abwechselnder Heftigkeit gewöhnlich viele Tage, oft mit wenigen Unterbrechungen wochenlang an, um mit dem Nachlass der Bronchitis, d. h.

mit der Vermehrung und leichteren Expectoration des Secrets wieder zu verschwinden. Diese Anfälle erscheinen am häufigsten im Herbst und Frühjahr und lassen sich oft auf eine bestimmte Erkältung zurückführen. In den Intervallen zwischen den einzelnen asthmatischen Anfällen besteht der Husten meist gleichfalls fort, aber in geringerem Grade, oder er verschwindet auch zeitweise ganz. Dagegen dauert auch in den Intervallen meistentheils ein geringerer oder grösserer Grad der Dyspnoë an, abhängig von der durch das Emphysem bedingten Exspirations-Insufficienz.

Von dieser Form, für die ich den alten Ausdruck Asthma bronchiale reserviren möchte, ist wesentlich verschieden eine zweite rein nervöse Form des Asthma, das eigentliche Asthma nervosum. Bei diesem besteht in den Intervallen keine Spur von Bronchitis oder wenigstens nicht häufiger, als sie auch bei anderen gesunden Menschen auftreten kann; auch provocirt eine zufällig acquirirte, selbst heftige Bronchitis keineswegs nothwendig den asthmatischen Anfall. Dieser tritt typisch, unabhängig von dem Witterungswechsel der Jahreszeiten auf, bisweilen sogar im Sommer heftiger und häufiger als im Winter. In einer Reihe von Fällen, welche ich beobachtete, stellte er sich ausnahmslos ein, so oft die betreffende Person die Heimath verliess und ausserhalb derselben übernachtete. In anderen Fällen wieder erfuhr ich von Kranken, dass sie zu Hause regelmässig ihren Anfall hatten, ihn dagegen verloren oder seltener bekamen, so oft sie eine Reise unternahmen. Der Ort, wo sie zubrachten, war häufig ganz gleichgültig, durchaus nicht durch besondere Salubrität sich auszeichnend; in anderen Fällen waren es nur gewisse Orte, die aus unbekannter Ursache einen Schutz verliehen, andere nicht. Dergleichen Beobachtungen macht jeder Arzt, der viele Asthmatiker zu sehen Gelegenheit hat. Die Anfälle treten fast regelmässig in der Nacht, meist nach Mitternacht auf, dauern Stunden oder selbst mehrere Tage lang, gewöhnlich mit mehr oder weniger Nachlass am Tage. Husten und Auswurf ist während des Anfalls gewöhnlich nicht vorhanden; nur am Ende des Anfalls tritt in der Regel ein meist nicht heftiger Husten mit geringer Expectoration auf, wodurch Erleichterung eintritt. Dieser Husten überdauert den Anfall ent-

weder gar nicht, oder nur einige Tage, selten Wochen. Die Anfälle treten bald in Intervallen von Monaten, bald von Wochen oder nur Tagen auf. Nicht selten erscheinen sie sogar allnächtlich, sind dann aber leichteren Grades, oft durch Räucherung mit Salpeterpapier vor dem Zubettegehen oder beim Beginn des Anfalls zu coupiren; zeitweise intercurriren heftige Anfälle zwischen den leichteren.

Dieses rein nervöse Asthma beruht, wie schon früher von vielen Autoren (z. B. Laënnec, Bergson, Salter u. A.) behauptet, aber erst in neuster Zeit durch Biermer aufs eclatanteste erwiesen ist, auf einem Krampf der Musculatur der kleinsten Bronchien. Weil es ein Krampf ist, so wird es auch von Narcoticis (Chloralhydrat, Chloroform-Inhalationen, Opium, subcutanen Morphium-Injectionen, Stramonium-Räucherungen; vielleicht gehören auch die Salpeter-Räucherungen [1]) hierher?) am directesten beeinflusst.

In den Intervallen des Asthma nervosum befinden sich die Patienten vollkommen gesund. Dieselben können sich auch ohne Athemnoth bewegen und zuweilen selbst körperlich anstrengen. Meistens jedoch werden sie beim Berg- und Treppensteigen leicht kurzathmig. Das Pneumatometer weist exspiratorische Insufficienz und gewöhnlich auch die Percussion Emphysem nach. Von dem Grade dieses letzteren hängt die Grösse der Dyspnoë ab. Das Emphysem ist entschieden in Folge der asthmatischen Anfälle, wie es von Biermer vortrefflich beschrieben ist, und wie ich bereits an einer früheren Stelle erörterte [2]), entstanden. Dennoch trägt umgekehrt das Emphysem, abgesehen dass von ihm allein die exspiratorische Insufficienz und die Neigung zur Dyspnoë während der anfallsfreien Zeit abhängt, wieder auf das entschiedenste dazu bei, die asthmatischen Anfälle zu verstärken und die Gefahr derselben zu erhöhen. Ich habe bereits oben ausführlich dargelegt, wie zur Bewältigung des asthmatischen Anfalls die

1) Vergl. Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc. 2. Aufl. 1872. S. 667.

2) In Biermer's Deductionen fehlte zur Zeit noch ein Mittelglied zur Beweiskraft. Dieses habe ich selbst erst durch die Pneumatometrie gewonnen. Vergl. S. 36 ff.

Natur erhöhte Anstrengungen macht, die Inspiration zu steigern, da sie die Exspirationsinsufficienz zu heben nicht im Stande ist. Diese Anstrengungen werden um so wirksamer sein, je weiter die Inspirationsstellung der Lungen bei der gewöhnlichen flachen Athmung entfernt ist von der äussersten Inspirationsstellung, wie sie bei Aufbietung aller Muskelkraft zu ermöglichen ist. Nun befinden sich aber beim Emphysem Thorax und Lungen bereits in sehr vorgeschrittener Inspirationsstellung, so dass, je hochgradiger das Emphysem, um so geringer der Ausschlag wird, um welchen die forcirte Inspiration die Lungen noch weiter auszudehnen vermag. Je bedeutender das Emphysem, um so gefahrvoller wird deshalb der asthmatische Anfall, indem der Natur die Mittel zur Compensation des Asthma entrissen sind. Dies ist der Circulus vitiosus, in welchem Asthma und Emphysem zu einander stehen. Können wir dieses letztere beseitigen, so haben wir der Natur die ihr entrissenen Waffen zur Bekämpfung des ersteren wieder in die Hand gegeben.

Nun habe ich noch zu erwähnen, dass ich auch einige wenige Fälle von Asthma nervosum beobachtete, in welchen das Emphysem und auch die exspiratorische Insufficienz fehlte. Diese Fälle bilden die Ausnahme und erklären sich aus der Seltenheit und geringen Heftigkeit der Anfälle, welche bei ihnen auftreten.

Das Asthma bronchiale ist nicht immer so vollkommen vom Asthma nervosum unterschieden, wie es nach der obigen Beschreibung erscheinen könnte. Vielmehr giebt es entschieden Mischformen zwischen beiden, die ich Asthma bronchiale nervosum benennen möchte. Ich beobachtete nämlich nicht wenige Fälle, in welchen die Kranken sei es dauernd, sei es zeitweise zugleich mit den Anfällen an Bronchitis litten, bei denen auch die Anfälle in einem unzweifelhaften Connex zur Bronchitis standen, und wo dennoch die asthmatischen Anfälle als auf Krampf beruhend aufgefasst werden mussten. Entweder hatten sie ursprünglich an reinem Asthma nervosum gelitten, zu dem sich später Bronchitis hinzugesellte, und diese letztere gab dann, wenn sie exacerbirte, eine Gelegenheitsursache für das Zustandekommen des Bronchialkrampfs ab. Oder anfänglich bestand nur Asthma

bronchiale, und später traten die krampfhaften Zustände, wahrscheinlich durch die bronchitische Schwellung der Schleimhaut veranlasst, hinzu. Hier lässt sich häufig im concreten Falle schwer oder gar nicht entscheiden, welches Moment das vorherrschende, der Krampf oder die Schleimhautschwellung?[1])

Von anderen Formen des Asthma, in welchen dieses letztere z. B. als Symptom von Herz- oder Nierenkrankheiten [das von mir sogenannte Asthma uraemicum[2])] auftritt, sehe ich hier vollständig ab; dieselben hatte ich bisher der pneumatischen Behand-

---

1) Es ist ein leider sehr gangbarer Fehler, bei der Entscheidung einer Streitfrage, in dem Bestreben nach Consequenz sich einem Extrem zuzuneigen und sich dabei exclusiv gegen alles mit diesem nicht harmonirende zu verhalten. Man spitzt die Frage so zu, als ob nur aut aut möglich wäre, und vergisst, dass auch et et in dem Kreise des Denkbaren liegt. Nicht wenig Unheil ist auf diese Weise durch die falsche Fragestellung und die darauf erfolgende formell consequente Antwort in der Wissenschaft angerichtet worden. Um auf unseren Gegenstand zurückzukommen, warum soll in allen Fällen nur ein Bronchialkrampf oder umgekehrt nur ein Catarrhus acutissimus die Ursache des Asthma sein müssen? warum soll nicht in der einen Reihe von Fällen das eine, in der anderen das andere, wieder in anderen eine Combination von beiden stattfinden können? Ich glaube, in meiner Praxis eine so grosse Zahl von Asthmatikern behandelt zu haben, wie sich wenige Collegen dessen rühmen können; und gerade aus dieser grossen Zahl von Fällen lernte ich, nicht exclusiv zu sein und nicht alles nach einem und demselben Maassstab beurtheilen zu wollen. Die oben von mir gegebene Darstellung hat sich mir als die naturgemässeste Lösung ergeben. Bemerken will ich nur noch, dass dagegen für die Annahme eines Zwerchfellskrampfes mir auch nicht ein einziger zwingender Grund vorhanden zu sein scheint, und dass die vielen asthmatischen Anfälle, welche ich beobachtete, mich niemals zu der Anschauung bekehren konnten, als liege eine Zwerchfellsaffection vor. Ich habe zwar auch offenbare Zwerchfellserkrankungen mit Dyspnoë zum öfteren beobachtet, aber diese Dyspnoë unterschied sich stets sehr wesentlich von einem echten asthmatischen Anfall. Es liegt nicht im Plan dieser Arbeit, hierauf näher einzugehen.

Schliesslich möchte ich noch den seltsamen Eindruck nicht verhehlen, der sich mir, wie in so vielen anderen Fragen, auch in der nach der Natur des Asthma beim Durchlesen mancher Schriften aufdrängt, wo immer auf andere Autoren als die Begründer „neuer“ Ansichten hingewiesen wird — Ansichten so sehr neu, dass sie entweder schon den Alten oder wenigstens früheren Generationen ganz geläufig waren. Man lese nur bei Laënnec das Capitel über Asthma nach, und man wird staunen, wie damals bereits fast dieselben Streitfragen wie heut vorlagen, und wie wenig wir seitdem vorgeschritten sind!

2) Allgemeine med. Centralzeitung No. 1. u. 2. 1864.

lungsmethode zu unterwerfen noch keine Gelegenheit. Auf die Dyspnoë der Herzkranken werde ich bei diesen letzteren zurückkommen.

Was leistet nun der pneumatische Apparat beim Asthma? In den Intervallen zwischen den asthmatischen Anfällen angewendet, bessert er zunächst oder heilt vermittelst der Exspirationen in verdünnte Luft das Emphysem. Ferner wirkt die gleichzeitige Inspiration der comprimirten Luft der etwa vorhandenen Bronchitis entgegen, und was die Hauptsache, sie erhöht die Inspirationskraft, dehnt den Thorax aus, erweitert hiermit den Spielraum für die Lungen und verschafft ihnen die Möglichkeit ergiebigerer tiefer Inspirationen. Hiermit ist, wie wir sahen, bereits ein sehr bedeutendes gewonnen: erstens Befreiung der Intervalle von der Dyspnoë oder der Disposition zu derselben, zweitens die Verminderung der Heftigkeit und der Gefahr der später folgenden Anfälle. Der Nutzen erscheint grösser beim bronchialen als beim rein nervösen Asthma; denn beim ersteren ist der Kranke auch in den Intervallen von Krankheitssymptomen belästigt, welche die pneumatische Behandlung direct beseitigt oder doch bessert, während beim nervösen Asthma der Kranke in den Intervallen sich mehr oder weniger gesund fühlend, nichts weiter wünscht, als die Beseitigung oder Milderung seiner Anfälle.

Es fragt sich nun, sind wir im Stande die Wiederkehr der Anfälle beim bronchialen und nervösen Asthma zu verhüten? Ich kann hierauf nur antworten, dass es mir in den meisten Fällen gelang, die Anfälle hinaus zu schieben und sie seltener auftreten zu machen. Ob in einzelnen Fällen die Wiederkehr derselben gänzlich sistirt wurde, dies zu entscheiden, dazu ist die Zeit meiner Beobachtungen zu kurz. Ich habe Fälle behandelt, in welchen zuvor die asthmatischen Anfälle allwöchentlich, oder wenigstens allmonatlich ein oder mehrere Male aufgetreten waren, oder wo seit Jahren allnächtlich ein leichter Anfall sich geltend gemacht hatte, von Zeit zu Zeit durch schwerere Attaquen unterbrochen, und in den meisten dieser Fälle, welche bereits mit den verschiedensten Mitteln vergeblich behandelt worden waren, gelang es mir, mittelst des pneumatischen Apparats sofort den näch-

sten Anfall auf viele Wochen hinauszuschieben, und wenn er dann wiederkehrte, von neuem grössere Intervalle bis zu den folgenden zu gewinnen. In nicht wenigen Fällen erzielte ich ein Freibleiben von mehreren Monaten bis zu einem Jahre. Einige Kranke, die früher an sehr häufigen Anfällen gelitten hatten, sind gegenwärtig, während ich dies niederschreibe, seit vielen Monaten und selbst länger als 1 Jahr von Anfällen verschont; dennoch wäre es übereilt, sie als geheilt zu betrachten, denn früher oder später kann sich eine Recidive wieder einstellen. Es ist deshalb besser, zu vorsichtig mit der Beurtheilung zu sein, als voreilig von Heilungen zu sprechen.

Dennoch scheint mir schon dasjenige, was sich in den weitaus meisten Fällen erreichen liess, Gewinn genug. Recidiviren die Anfälle, so sind sie durch eine erneute Behandlung zu bekämpfen. Gewöhnlich ist die Wiederholung der pneumatischen Therapie von gleichem Erfolge gekrönt wie am Anfang. Ich kann jedoch nicht verschweigen, dass ich auch einige Fälle beobachtete, in welchen der pneumatische Apparat zuerst vorzügliche Dienste leistete, später aber nach eingetretenen Recidiven sich viel weniger wirksam erwies — aus welchen Gründen, konnte ich nicht immer entscheiden. Häufig liess sich die Ursache in einer übertriebenen, nicht genau der Individualität und dem Krankheitsverlauf angepassten Anwendung des pneumatischen Verfahrens auffinden.

Im ganzen möchte ich rathen, den pneumatischen Apparat, auch wenn ihn die Kranken sich selbst angeschafft haben, nicht — wozu sie sehr geneigt sind — perpetuirlich und auch nicht zu lange, selten länger als 2—3 Monate hinter einander gebrauchen und dafür lieber nach einer längeren Pause wieder von neuem beginnen zu lassen. Es sind hierbei allgemeine Regeln nicht aufzustellen. Der Arzt muss nach dem Status praesens, namentlich nach den Ergebnissen der Percussion, der Pneumatometrie und Spirometrie so wie nach den subjectiven Erscheinungen die Entscheidung treffen und dieselbe nicht dem Gutdünken der Patienten überlassen. In dieser Weise, mit richtiger Individualisirung angewendet, wird die pneumatische Behandlung auch

bei Recidiven seltener im Stiche lassen, als dies bei schablonenhaftem Gebrauch sicherlich der Fall ist [1]).

Die Aussicht auf einen durch die pneumatische Behandlung zu erzielenden Erfolg, anlangend das Hinausschieben oder die Verhütung neuer Anfälle, ist im allgemeinen bei Asthma bronchiale günstiger als bei Asthma nervosum. Bei ersterem vermögen wir die Grundlage des Asthma, die chronische Bronchitis zu bekämpfen und auch Exacerbationen derselben bei entsprechender schonender Lebensweise des Patienten mehr oder weniger zu verhüten. Bei letzterem dagegen sind uns meist die Ursachen für das Auftreten der krampfhaften Anfälle ganz unbekannt, und deshalb sind wir nicht in der Lage, gegen sie anzukämpfen. Wenn dennoch die Erfahrung ergiebt, dass die pneumatische Behandlungsmethode in diesen Zuständen sich nützlich erweist, so müssen wir es als ein erfreuliches empirisches Factum hinnehmen, auch wenn wir es nicht zu erklären vermögen. Um so weniger aber dürfen wir enttäuscht sein, wenn in anderen Fällen ein Hinausschieben der Krampfanfälle nicht erreicht wird; denn wo die Ursachen unklar sind, kann oft nur das Experiment über die Wirksamkeit oder Erfolglosigkeit eines Mittels entscheiden. Wenigstens bleibt bei der pneumatischen Methode, selbst wo die Wiederkehr der Anfälle nicht ganz zu verhüten ist, immer noch Gewinn genug für den Patienten übrig, wie oben eingehend dargethan ist.

Was die Behandlung der asthmatischen Anfälle selbst anbetrifft, so ist bei sehr schweren Anfällen die Benutzung des pneumatischen Apparats überhaupt unmöglich, indem der Kranke theils den Athem nicht lange genug anhalten kann, um comprimirte Luft zu inspiriren, theils schon das Halten der Maske vor dem

---

1) Aus diesem und ähnlichen Gründen widerrathe ich — wie bereits früher angegeben — in den meisten Fällen, wo der Kranke nicht an sein Zimmer gefesselt ist, das Anschaffen des Apparats von Seiten der Patienten. Sie entziehen sich, sobald sie denselben selbst besitzen, der ärztlichen Controle; entweder bleiben sie bei der Schablone, oder sie experimentiren und übertreiben. Beides ist gleich verwerflich und hindert den Erfolg. Nur wenn der Kranke den Arzt täglich zu sehen und zu sprechen gezwungen ist, bleibt dieser von dem Verlauf stets unterrichtet und kann dem entsprechend handeln.

Munde nicht zu ertragen vermag. Sind die Anfälle milder oder schon im Nachlassen, so wirkt gewöhnlich Inspiration comprimirter Luft sehr wohlthuend ein, und in nicht wenigen Fällen sah ich, dass der Anfall durch sie direct coupirt wurde. Die Exspiration in verdünnte Luft wird während des Anfalls meist nicht ertragen und ist deshalb für gewöhnlich zu vermeiden.

Ich habe noch der Frage vorzubeugen, ob in denjenigen Fällen von Emphysem, Bronchitis und Asthma, welche mittelst des pneumatischen Apparats erfolgreich behandelt wurden, nicht andere, gleichzeitig wirkende Einflüsse den Erfolg möglicherweise verursacht hätten. Diese Frage kann ich präcise beantworten: Zunächst habe ich eine grosse Reihe von Fällen einzig und allein mit dem pneumatischen Apparat unter Beiseitelassen jeder anderen Therapie behandelt und die angegebenen günstigen Resultate erlangt. Seit der Publication meiner ersten Arbeiten über diesen Gegenstand bin ich überdies in den Besitz einer grossen Zahl gerade der allerschwersten Fälle gelangt, wie sie mir früher nur selten zur Beobachtung gelangten; denn beim Auftauchen eines neuen Heilmittels wenden sich selbst diejenigen wieder an den Arzt, die durch langes, immer und immer wieder erfolglos behandeltes Leiden längst auf jede ärztliche Behandlung verzichtet hatten. Es gab überhaupt kein Mittel, welches diese Kranken nicht schon gebraucht hatten, mit zweifelhaftem Erfolg oder ganz vergeblich. Auch diejenigen Heilmittel, von welchen ich selbst früher noch die relativ besten Erfolge gesehen hatte, waren von vielen ohne Hülfe angewendet worden; ich rechne hiezu den innerlichen Gebrauch des Arseniks, Inhalationen verschiedener Arzneimittel, die Benutzung des pneumatischen Cabinets. In manchen dieser Fälle, wo alle die genannten Mittel bereits im Stiche gelassen hatten, erzielte ich noch eine mehr oder weniger erhebliche Wirkung mittelst des transportablen pneumatischen Apparats.

Dazu kommt noch, dass gerade diejenige Erkrankung, welche bisher als vollkommen unheilbar galt, mochte man anwenden, was man wollte, nämlich das Emphysem, unter dem Gebrauch des transportablen pneumatischen Apparats weicht. Was also diesen

Punkt betrifft, so kann selbst in denjenigen Fällen, welche neben der pneumatischen Methode auch noch mit anderen Mitteln behandelt wurden, die Möglichkeit gar nicht in Frage kommen, dass etwa diese anderen Mittel die Besserung oder Heilung bewirkt hätten[1]).

Dagegen gestehe ich, wie bereits ausgeführt, gern zu, dass für die erfolgreiche Behandlung der Bronchitis und selbst auch für das Hinausschieben und die Milderung der asthmatischen Anfälle eine geeignete locale Therapie von sehr grossem Nutzen ist, und dass in denjenigen Fällen, in welchen ich diese letztere mit der pneumatischen Behandlung combinirte, ihr auch einen nicht kleinen Theil des Erfolges zuschreibe. Ausserdem möchte ich auch an dieser Stelle wieder an den innerlichen Gebrauch des Arseniks erinnern, welcher mir von allen innerlichen Mitteln die bedeutendsten Dienste bei Asthma nervosum geleistet hat. In einigen wenigen Fällen habe ich die innerliche Darreichung des Arseniks mit der pneumatischen Therapie combinirt; hier muss ich es freilich dahin gestellt sein lassen, welcher Medication der wesentlichste Erfolg zuzuschreiben ist.

Es bleibt mir nur noch übrig, auch diejenigen Fälle zu beschreiben, in denen die pneumatische Behandlung entweder gar keinen oder einen nur sehr geringen Erfolg hatte.

Hierher gehörten die allerschwersten Emphysemerkrankungen, welche ich überhaupt je beobachtete. Sie waren meistens mit Asthma bronchiale und dauernder heftiger Bronchitis verbunden. Das Leiden bestand seit sehr langer Zeit, meist Jahrzehnte. Die Kranken waren auch in den Intervallen zwischen den asthmatischen Anfällen stark dyspnoëtisch, ausserdem war Cyanose in geringerem oder grösserem Grade bemerkbar, auch wohl Oedema pedum zeitweise vorhanden. Die vitale Lungencapacität war unter 1500 Ccm. (bei Männern) und in den allerschwersten Fällen unter 1000 Ccm. herabgegangen. Die Pneumatometrie ergab nicht nur eine sehr beträchtliche Exspirations-, sondern auch eine nicht

1) Vergl. das Capitel über Asthma und Emphysem in meinem Werke: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc.

unbedeutende Inspirations-Insufficienz. In diesen Fällen war es unzweifelhaft, dass der höchste Grad des Emphysems mit vorgeschrittenen anatomischen Störungen, erheblichem Schwund des Lungengewebes, vorlag. Von radicaler Besserung durch irgend eine Behandlungsmethode konnte hier überhaupt nicht mehr die Rede sein. Es fragte sich nur, ob noch eine palliative symptomatische Besserung zu erzielen war. In der That habe ich einigen dieser schwer Erkrankten noch eine vorübergehende Erleichterung zu schaffen vermocht; bei anderen dagegen blieb jede Spur von Erfolg aus, oder die Behandlung strengte mehr an, als sie nützte, denn sie konnte überhaupt nicht mehr in regulärer Weise ausgeführt werden.

Da hier und da noch eine palliative Wirkung erreichbar ist, so wird man immerhin den Versuch mit der pneumatischen Behandlung auch bei so schwer Erkrankten wagen dürfen, aber sofort dieselbe sistiren, so wie man sich von der gänzlichen Erfolglosigkeit oder der Unmöglichkeit eines kunstgerechten Gebrauchs überzeugt hat.

Einen wichtigen Massstab für die Beurtheilung, ob noch irgend ein Erfolg zu hoffen ist oder nicht, fand ich in dem Luftquantum, welches die Kranken in verdünnte Luft zu exspiriren vermochten. Manche Emphysematiker im vorgerückten Stadium haben zwar eine sehr niedrige vitale Lungencapacität (etwa 1000—1500 Ccm. oder noch weniger), aber bei der Ausathmung in verdünnte Luft entleeren sie eine grössere Luftmenge als ins Spirometer; in diesen Fällen ist Lunge und Thorax noch retractionsfähig, und es lässt sich eine relativ bessere Prognose stellen. Vermögen die Kranken dagegen auch bei den angestrengtesten Versuchen während mehrerer Tage keine grössere Luftmenge in die rareficirte Luft des Apparats auszuathmen, als ins Spirometer; ist ausserdem auch eine Ausdehnungsfähigkeit des Thorax durch comprimirte Luft nicht mehr vorhanden, indem bei Inspiration derselben auch nur ein höchst unbedeutendes Luftvolumen (weniger als 1000 Ccm.) aus dem Apparat in die Lungen entleer wird, so darf man, zumal wenn die Lungencapacität unter 1000 Ccm. gesunken und Inspirations- wie Exspirationsdruck die niedrigsten

Werthe erreichen, eine absolut ungünstige Prognose stellen. Hier nützt weder die pneumatische Heilmethode noch irgend eine andere. Wo ich auf Grund der genannten Thatsachen eine prognosis pessima stellte, hat sie sich leider bewährt; ich werde einen hierher gehörigen Fall (Fall 14) weiter unten mittheilen.

Besonders ist es das Greisenalter, in welchem diese schwersten Formen des Emphysems sich vorfinden, wenn sie auch im mittleren Lebensalter gleichfalls hier und da vorkommen. Der greisenhaft verknöcherte Thorax, der weder mehr eine Ausdehnung noch eine Retraction zulässt, setzt der Wirksamkeit der pneumatischen Therapie ihre Schranke. Indess habe ich auch Greise (im Alter über 70 Jahren) beobachtet, bei welchen der Thorax noch eine gewisse Elasticität besass, und bei denen deshalb der pneumatische Apparat eine prompte palliative Wirkung entfaltete.

Um Missverständnissen vorzubeugen, füge ich schliesslich noch ausdrücklich hinzu, obgleich dies bereits aus der obigen Darstellung zur Genüge hervorgeht, dass es auch weniger hochgradig erscheinende Fälle von Asthma bronchiale und namentlich Asthma nervosum giebt, in welchen die pneumatische Therapie ihren Nutzen versagt oder wenigstens nicht nachhaltig wirkt. Diese Fälle lassen sich nicht präcisiren, die Ursachen des Nichterfolgs nicht darlegen, zumal wenn die Ursachen der Erkrankung unbekannt sind; hier entscheidet das Experiment.

Bemerken möchte ich indess noch, dass wo die pneumatische Behandlung sich überhaupt wirksam erweist, eine symptomatische Besserung sich in der Regel schon innerhalb der ersten Tage zu erkennen giebt. Wo nach Verlauf mehrerer Wochen noch keine Andeutung eines Erfolgs zu erkennen ist, da ist meist die Hoffnung auf einen zu erzielenden Nutzen und hiermit die Behandlung selbst aufzugeben.

Casuistik.

1. Emphysem. Sommerasthma. 7. Juli 1873. M. Std., Kaufmann, aus St. Louis in Amerika, 41 Jahre alt, leidet seit 5 Jahren regelmässig an Sommer-Asthma oder Heu-Asthma. Dasselbe beginnt gewöhn-

lich Mitte Juli mit Schnupfen, zu dem dann im August heftiges Asthma von 2—3 Wochen Dauer hinzutritt. Die Anfälle dauern während dieser Zeit, indem geringe Unterbrechungen oder Remissionen mit starken Exacerbationen abwechseln, Tag und Nacht an. Die Exacerbation mit hochgradiger Orthopnoë geht bald nach wenigen Stunden vorüber, bald hält sie bis zu 24 Stunden an, desgleichen die Remission. Während des Asthma besteht trockner Husten. Nach Ablauf des letzteren leidet der Kranke während des ganzen Jahres weder an Husten, noch an asthmatischen Anfällen, wird aber leicht dyspnoëtisch bei stärkeren Anstrengungen und beim Berg- und Treppensteigen. Ausserdem leidet er seit 4 Jahren permanent an Kitzel im Halse, Räuspern und geringem Schleimauswurf.

Am 7. Juli 1873 stellt sich Patient, der eben aus Amerika angekommen, mir vor. Schnupfen und Asthma ist noch nicht eingetreten. Pat. klagt aber über etwas Brustschmerzen. Stuhl ist retardirt; sonst befindet sich Pat., abgesehen von den genannten Beschwerden, vollkommen wohl und kräftig.

Pat. ist sehr gross und ausserordentlich kräftig gebaut. Die Brust ist breit und stark gewölbt. Die Lungen sind über ihre normalen Grenzen bedeutend ausgedehnt. Sie reichen nach unten bis zum freien Rippenrand und bedecken das Herz total. Ueberall besteht reines vesiculäres Athmen. Die laryngoskopische Untersuchung weist eine catarrhalische Pharyngo-Laryngitis nach.

Die vitale Lungencapacität beträgt 3500 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

Die am 16. Juli, bei unverändertem Status praesens, eingeleitete Behandlung ist einerseits gegen die Pharyngo-Laryngitis, andererseits gegen das Emphysem gerichtet. Ich touchirte den Larynx mit einer 20 pCt. Tanninlösung, den Pharynx mit einer Mixtur von Jod und Tannin (Acid. tannici 10,0; Aq. destill. 30,0; Tinct. jodi 20,0), liess Kochsalz mit Ol. Terebinth. inhaliren und ein terpenthinhaltiges Liniment in die Brust einreiben. Zugleich liess ich den Pat. täglich in verdünnte Luft exspiriren, zunächst an dem Hauke'schen, später an meinem Apparat[1]). Es wurde mit einer Luftverdünnung von $^1/_{60}$ Atm. begonnen, später allmälig bis zu $^1/_{30}$ Atm. gestiegen. Pat. vermag ein ausserordentlich grosses Luftquantum in die verdünnte Luft zu entleeren, welches indess in einem gewissen Verhältniss zu seiner Grösse und seinem umfänglichen Thorax stand.

Der Pharyngo-Laryngealcatarrh besserte sich sehr schnell und schwand ganz. Ueber Brustschmerzen wurde bald nicht mehr geklagt, eben so wenig über Dyspnoë beim Treppensteigen.

Sowohl die vitale Lungencapacität wie die pneumatometrischen Werthe nehmen allmälig beträchtlich zu:

---

1) Sämmtliche übrigen mitgetheilten Fälle sind ausschliesslich mit meinem pneumatischen Apparat behandelt.

	Vitale Lungencapacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
Am 23. Juli	3700 Ccm.	150 Mm.	120 Mm.
1. August	4000 -	150 -	140 -
10. -	4200 -	168 -	160 -

Die Percussion ergiebt am 10. August: Die unteren Lungengrenzen reichen in der Parasternallinie bis zur 7., in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. In einem schmalen Streifen neben dem Sternum ist das Herz nicht mehr von der Lunge überdeckt. Patient ist frei von jederlei Beschwerde. Er reist ab und zwar nach St. Moritz. Dort macht er beträchtliche Bergpartien ohne jede Anstrengung, während ihm früher schon das Treppensteigen schwer fiel.

Am 25. August kehrte er zu mir zurück. Es hatte sich etwas Schnupfen und Halsschmerz eingestellt, was übrigens schnell wieder wich; auch hat er im Hochgebirge an Nasenbluten gelitten. Ueber Dyspnoë klagte er nicht. Die Untersuchung der Lunge ergiebt indess, dass ihre Grenzen wieder etwas mehr als am Ende der Kur ausgedehnt sind; desgleichen haben sich die spirometrischen und pneumatometrischen Maasse wieder vermindert.

Vitale Lungencapacität 3800 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Sicherlich trug die unvermittelte Uebersiedelung ins Hochgebirge und die dortige Anstrengung die Schuld, dass das Emphysem von neuem verstärkt war [1]).

Es wurde nun die frühere Behandlung an meinem pneumatischen Apparat fortgesetzt, wobei Pat. bei der Anwendung der verdünnten Luft bis zu $^1/_{24}$ Atm. [2]) stieg. Der Erfolg war ein ausserordentlich eclatanter.

Schon nach 5 Tagen fand ich die Lungengrenzen in der Parasternallinie zur 6., in der Mammillarlinie zur 7. Rippe und am Rücken bis zum 10. Brustwirbel hinaufgestiegen, so wie das Herz in mässiger Ausdehnung nicht mehr von der Lunge überdeckt — also vollkommen normale Verhältnisse.

Am 30. August betrug die vitale Lungencapacität 4350 Ccm., der Inspirationszug 180 Mm., der Exspirationsdruck gleichfalls 180 Mm. Pat. erzielte nicht nur mit Bequemlichkeit diese pneumatometrischen Maxima, welche selten auch von den kräftigsten Personen erreicht werden; sondern er vermochte sogar mehrere Secunden hindurch den Stand des Quecksilbers auf einer abnorm grossen Höhe zu erhalten, nämlich bei der Inspiration auf 130 Mm., bei der Exspiration auf 125 Mm.

---

1) Dieser Fall blieb mir übrigens keineswegs vereinzelt. Vielmehr habe ich zum öfteren durch Percussion und besonders durch die Pneumatometrie constatiren können, dass der Aufenthalt im Hochgebirge Emphysem erzeugen könne, namentlich auch bei Phthisikern, die zur Kur ins Hochgebirge geschickt wurden.

2) In keinem späteren Falle bin ich wieder bis zu einer so starken Luftverdünnung hinaufgegangen.

Ich bemerke noch, dass Pat. am Ende der Kur bei einer Luftverdünnung von $^1/_{26}$ Atm. 7800 Ccm. Luft in den Apparat zu entleeren vermochte — das höchste Maass, das mir bisher vorgekommen ist; freilich gehörte auch sein Brustkorb zu den grössten und umfangreichsten, die mir begegnet sind.

Herr Std. reiste am 31. August wieder in seine Heimath zurück. Sein Emphysem durfte, nach den übereinstimmenden Ergebnissen aller Untersuchungsmethoden und bei dem absoluten Mangel jeglicher subjectiven Beschwerden, als vollkommen geheilt betrachtet werden.

Auch das Sommerasthma war in diesem Jahre nicht wiedergekehrt. Es ist indess möglich oder selbst wahrscheinlich, dass die Entfernung aus der Heimath für sich allein schon das Ausbleiben des Asthma bewirkt hätte. Ob dasselbe im nächsten Sommer wiedergekehrt ist, weiss ich nicht. Im Frühjahr 1874 hatte ich zuletzt Nachricht, die sehr günstig lautete.

2. Emphysem. Bronchitis. 5. November 1873. Bm., Pastor, 48 Jahre alt. Seit 10 Jahren zunehmende Kurzathmigkeit bei starken Bewegungen und Anstrengungen. Seit dem vorigen Winter, wo auch vorübergehend ein fieberhafter Zustand vorhanden war, Husten, der seit mehreren Wochen bedeutend exacerbirt ist. Zum öfteren Blutstreifen im Auswurf, auch häufig Nasenbluten. Zuweilen Auswurf grünlicher Krusten. Seit 20 Jahren wird die Stimme nach dem Predigen und vielem Sprechen belegt, oft heiser, in letzter Zeit häufig sogar tonlos. Appetit und Stuhlgang gut. Geringe Abmagerung.

Objective Dyspnoë. Ektatischer Thorax. Lungen reichen bis zum Rippenrand und überdecken das Herz. Nirgends Dämpfung. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen mit Rasselgeräuschen. Pharynx ist trocken, schwielig, granulirt, mit geschwollenen Follikeln besetzt. Larynx mit Einschluss der Stimmbänder etwas geröthet.

Vitale Lungencapacität 1700 Ccm. Inspirationszug 40 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm.

Es besteht in diesem Falle demnach eine Pharyngo-Laryngitis granulosa, in der Abart, welche ich als Pharyngitis impetiginoides bezeichnet habe (die ausgeworfenen Krusten stammen aus dem Pharynx), ferner Bronchitis chronica mit Emphysem.

Therapie: Inspirationen comprimirter Luft und Exspirationen in verdünnte Luft; Inhalationen mit Salmiak und Oleum Terebinthinae; Touchiren des Pharynx mit Acid. tannic. 10,0, Aq. destill. 30,0, Tinct. Jodi 20,0, des Larynx mit Solutio Acidi tannici (1 : 5), Einreiben der Brust mit Oleum Terebinthinae.

Pat. braucht diese Kur regelmässig täglich bis zum 17. December. Allmälig ununterbrochen fortschreitende Besserung sämmtlicher objectiver und subjectiver Symptome. Der Husten ist zuletzt nur noch höchst unbedeutend, vom Kranken kaum beachtet. Keine Dyspnoë mehr, auch nicht beim Treppensteigen. Stimme normal. Auswurf von Krusten hat nicht mehr

stattgefunden. Vollkommenes subjectives Wohlbefinden. Pharynx noch etwas geröthet mit leichten folliculären Schwellungen. Larynx nur noch an den oberen Partien leicht geröthet. Herz nicht mehr von Lungen überdeckt. Dieselben reichen nach unten in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe.

Vitale Lungencapacität 2250 Ccm. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 86 Mm.

3. Emphysem. Bronchitis chronica. 10. April 1874. Krv., russischer General, 45 Jahre alt. Seit der Kindheit Husten, zu welchem sich seit mehr als zehn Jahren mit allmäliger Steigerung Kurzathmigkeit hinzugesellte. Dieselbe ist jetzt seit mehreren Jahren äusserst heftig, tritt indess nicht in der Ruhe spontan oder anfallsweise auf, sondern nur regelmässig bei jeder auch nur leichten Bewegung und Nachts beim Husten. Appetit unregelmässig. Obstipation. Seit einigen Jahren auffällige Abmagerung.

Pat. ist von mittlerem Wuchs und zarter Constitution. Brust ziemlich gewölbt. Die Percussion ergiebt: Lungen reichen beiderseits bis zum freien Rippenrand hinab und überdecken das Herz. Die obere Lebergrenze ist um die Breite eines Intercostalraums herabgedrängt, desgleichen der untere freie Leberrand. In beiden Infraclaviculargruben leichte Dämpfung des Percussionschalls. Ueberall über den Lungen sehr leises vesiculäres Athmen mit pfeifender Exspiration; hier und da Rasseln. Vitale Lungencapacität 1300 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Ausser der Bronchitis und dem Emphysem besteht hier höchst wahrscheinlich eine leichte Cirrhose an dem oberen Lungenlappen, durch einen abgelaufenen entzündlichen Process bedingt.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft, Exspiration in verdünnte Luft; Inhalation von Kochsalz und Terpenthinöl.

Die antidyspnoëtische Wirkung macht sich aufs eclatanteste gleich vom ersten Tage der Behandlung an geltend. Schon nach wenigen Tagen behauptet Pat., seinen Athem so frei zu fühlen und mit solcher Leichtigkeit promeniren und Treppen steigen zu können, wie seit 6—8 Jahren nicht.

Am 26. Mai Beendigung der Kur. Pat. fühlt sich bis auf leichten Husten vollkommen wohl und frei von allen Athmungsbeschwerden. Er macht grosse Spaziergänge und läuft die Treppen hinauf ohne Dyspnoë. Die Percussion ergiebt vollkommen normale untere Lungengrenzen, auch das Herz nicht mehr überdeckt, Zwerchfell und Leber in ihrer natürlichen Lage. Dämpfung in den oberen Lungenlappen besteht noch fort. Ueberall mässig lautes vesiculäres Athmen mit sparsamem Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 2150 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

4. Emphysem. Bronchitis. 5. October 1874. Brd., Kaufmann, 48 Jahre alt, wird mir vom Herrn Collegen San.-Rath Dr. S. Badt zur Behandlung überwiesen. Leidet seit seiner Jugend an häufigem Husten. Vor 25 Jahren zuerst Kurzathmigkeit. Dieselbe kehrte seitdem meist im Herbst, Winter und Frühjahr zurück, während gleichzeitig Husten vorhanden war. In den letzten Jahren Husten und Kurzathmigkeit viel särker und regelmässig in den genannten Jahreszeiten permanent auftretend. Gegenwärtig hat Pat. seit 4 Tagen heftigen Hustenreiz und starke Luftbeklemmung, Nächte von beiden gestört, Mattigkeit. Dyspnoë bosonders stark bei schneller Bewegung und beim Treppensteigen.

Ektatischer Thorax. Lungen überdecken das Herz und reichen bis nahe zum freien Rippenrand. Ueberall hört man bei der Auscultation lautes Pfeifen.

Vitale Capacität 2550 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm.

Behandlung besteht einzig und allein in Inspirationen comprimirter Luft, gefolgt von Exspirationen in verdünnte Luft (je 2, später 3 Cylinder).

17. October. Beendigung der Kur. Husten hat sich allmälig gebessert, Dyspnoë schwand schon in den ersten Tagen vollständig. Seit 5 Tagen auch Husten ganz geschwunden. Vollkommenes Wohlbefinden. Die Untersuchung der Brust ergiebt normale Lungengrenzen, überall reines vesiculäres Athmen, nirgends Pfeifen.

Vitale Capacität 2850 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 180 Mm.

Im Februar theilte mir Herr College Badt mit, dass der Gesundheitszustand des Herrn B. sich unverändert gut während des Winters erhalten hat.

5. Emphysem. Bronchitis. 15. Oct. 1874. Krb., Krankenwärter, 42 Jahre alt, leidet seit ca. 5 Jahren permanent an Husten und Kurzathmigkeit, mit häufigen Exacerbationen, die oft während 2 — 8 Tagen die Athemnoth aufs höchste steigern. Auch wenn der Husten sich in einem milderen Stadium befindet, tritt doch die Kurzathmigkeit während des Hustens sowohl wie bei jeder Bewegung und zuweilen auch spontan in der Ruhe hervor. Nächtliche asthmatische Anfälle sind nicht vorhanden, ausser dass wenn Nachts gerade ein starker Hustenparoxysmus da ist, auch der Athem dabei knapp wird. Seit 2 — 3 Jahren bemerkt Pat. eine Anschwellung äusserlich am Halse, die allmälig gewachsen. Es ist eine Struma cystica, etwa von der Grösse eines kleinen Apfels. Die Brust ist gut gewölbt. Die Lungen reichen bis zum freien Rippenrand und überdecken das Herz. Ueberall am Thorax theils scharfes, theils rauhes vesiculäres Athmen.

Vitale Lungencapacität 2850 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 56 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft und dazwischen Exspiration in verdünnte Luft.

Husten und Kurzathmigkeit mildern sich vom ersten Tage der Behandlung an. In den ersten vier Wochen macht sich Dyspnoë nur noch beim Treppensteigen bemerklich, der Husten ist ausserordentlich geringfügig geworden. Mitte November während der schlechten Witterung wird der Husten vorübergehend auf einige Tage etwas stärker, aber gegen früher verglichen, ist er immer noch unbedeutend. Der Athem bleibt dabei vollkommen frei. Nur in der ersten Woche des December wieder einige Tage hindurch leichte Dyspnoë bei stärkeren Bewegungen; später wieder vollständiges Wohlbefinden. Der Husten ist höchst unbeträchtlich; selbst die seit Jahren gewohnte, regelmässig in den Morgenstunden auftretende Verschleimung mit Hustenparoxysmen hat ganz aufgehört, was den Pat. ganz besonders erfreut. Die Struma hat sich, wie Pat. selbst bemerkt und wie die Inspection es unzweifelhaft constatirt, nicht unwesentlich verkleinert; wodurch? lasse ich dahingestellt. (Parenchymatöse Jod-Injectionen, welche ich anwenden wollte, waren auf Wunsch des Pat. unterblieben.)

Die Kur wird am 14. December beendet. Vollkommenes subjectives Wohlbefinden. Vollkommen normale Lungengrenzen, sowohl über dem Herzen wie an den unteren Thoraxpartien. Ueberall reines weiches vesiculäres Athmen. Vitale Capacität 3200 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm.

Ich hebe hervor, dass dieser Erfolg der Behandlung während der ungünstigsten Jahreszeit erzielt wurde, während welcher Pat. in früheren Jahren immer am stärksten zu leiden hatte, und dass Pat. bei Wind und Wetter ausging.

6. Bronchitis chronica. 12. August 1874. Hm., Werkführer in einer Farbenfabrik, 50 Jahre alt. Seit ca. 6 Jahren regelmässig im Frühjahr und Herbst Husten. Seit 1 Jahre ist derselbe permanent geworden und hat sich mit Kurzathmigkeit combinirt. Der Husten ist von ausserordentlicher Heftigkeit, derart dass Pat. einmal während des Hustens zu Boden fiel. Auch einige Male fanden sich Blutfasern im Auswurf bei heftigem Husten. Derselbe ist auch häufig mit Würgen und Erbrechen verbunden. Auch der Schlaf ist durch denselben gestört. Die Kurzathmigkeit tritt am meisten beim Husten auf, hindert aber auch beim Treppensteigen. Brustschmerzen. Appetit und Stuhlgang in Ordnung.

Pat. ist sehr kräftig gebaut, Brustumfang 95 Ctm. Percussion ergiebt keine Abnormität, auch die Lungengrenzen erscheinen normal. Ueberall am Thorax leises vesiculäres Athmen, meist mit verlängerter Exspiration, an den unteren Partien Rasseln. Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Therapie: Inspiration comprimirter Luft; Inhalationen von Salmiak mit Terpenthinöl.

Der Husten bessert sich schon in den ersten Tagen in sehr auffälliger Weise, wird immer seltener und milder, und nach etwa 1 Woche ist er ganz geschwunden, desgleichen die Kurzathmigkeit.

Am 27. August: Beendigung der Kur. Keine Spur von Husten mehr. Keine Dyspnoë. Guter Schlaf. Vollkommenes Wohlbefinden. Die Auscultation ergiebt überall reines vesiculäres Athmen. Vitale Capacität 3250 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm.

7. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 25. September 1873. Ib., Sohn eines sehr geachteten Collegen in Breslau, 13 Jahre alt, wird mir von seinem Vater zur pneumatischen Behandlung zugeführt. Seit dem Januar desselben Jahres leidet er an nächtlichen asthmatischen Anfällen, die stets von Husten und Schnupfen begleitet werden. Auch in den Intervallen dauert der Schnupfen anhaltend, der Husten zeitweise fort. Die ersten Anfälle dauerten 1—4 Stunden, die späteren nur ca. 15 bis 20 Minuten. Sie traten bisher ungefähr alle 6—8 Wochen auf und wiederholten sich dann gewöhnlich zwei oder mehrere Nächte hinter einander. Letzter Anfall vor 3 Wochen.

Gegenwärtig besteht noch etwas Husten und Schnupfen. Dyspnoë bei stärkeren Bewegungen.

Pat. ist etwas schwächlich gebaut, von blassem Aussehen. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Erweiterung der unteren Lungengrenzen um die Breite zweier Intercostalräume, Herz von den Lungen überdeckt. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen mit lautem Pfeifen. Im Pharynx und in der Nase ausser einer leichten allgemeinen Schleimhautschwellung der letzteren nichts abnormes. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm. Vitale Capacität 1900 Ccm.

Therapie: Exspirationen in verdünnte Luft, zu denen später auch noch Inspirationen comprimirter Luft hinzugefügt wurden; ferner Nasendouche mit Kochsalz und Inhalationen mit Salmiak und Terpenthinöl.

Am 11. October: Husten ist auf einen sehr geringen Grad reducirt. Keine Dyspnoë. Untere Lungengrenzen vollkommen normal, auch Herz nicht mehr überdeckt. Bei der Auscultation hört man noch hier und da Pfeifen. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm. Vitale Lungencapacität 2500 Ccm.

Der kleine Patient reist nun nach Hause und setzt später die pneumatische Behandlung so wie die übrige Therapie unter Leitung seines Vaters fort. Auch gebraucht er zeitweise auf meinen Rath kleine Dosen Arsenik.

Am 20. Februar 1874 erhielt ich von dem Herrn Collegen die Mittheilung, er sei „in der glücklichen Lage, ein sehr günstiges Resultat constatiren zu können." Sein Sohn habe am 30. October noch einen asthmatischen Anfall gehabt und sei von da an vollkommen frei geblieben. Sein Exspirationsdruck am Pneumatometer sei auf 150 Mm. gestiegen. Die Lungengrenzen seien normal, der Bronchialcatarrh vollständig geschwunden. „Das Allgemeinbefinden des Knaben ist ganz zufriedenstellend, so dass er ununterbrochen die Schule besuchen kann."

Im September 1874 bei meiner Anwesenheit in Breslau erfuhr ich

zu meiner Freude, dass der Knabe von weiteren Anfällen verschont und vollkommen gesund geblieben ist.

8. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. Cirrhosis pulmonum. 6. November 1873. Frau Sng., 34 Jahre alt, leidet seit 8 Jahren an heftigem Husten und jährlich mehr sich steigernder Athemnoth. Letztere ist permanent vorhanden, hindert jede angestrengtere Bewegung und steigert sich zeitweise zu äusserst heftigen Paroxysmen. Diese asthmatischen Anfälle haben in letzter Zeit an Dauer und Heftigkeit sich zu einem unerträglichen Grade gesteigert. Seit dem August, d. i. seit vollen drei Monaten, häuften sich die Anfälle derart, dass sie Tag und Nacht permanent andauerten und nur wenige Intervalle von einigen Tagen vorhanden waren. Pat. muss, obgleich sie allabendlich Salpeterpapier mit einiger Erleichterung anzündet, doch jede Nacht ausserhalb des Bettes auf dem Lehnstuhl zubringen und ist auch dann nicht von Asthma frei. Der Husten ist ziemlich heftig, steht aber nicht immer im Verhältniss zum Asthma. Pat. hat bereits zum öfteren Blut ausgehustet. Appetitlosigkeit. Ziemliche Abmagerung.

Am 6. November 1873 kommt sie in meine Behandlung. Starke objective und subjective Dyspnoë. Brust ziemlich gewölbt. Ueberall abnorm sonorer, sehr tiefer Schall; nur in der rechten Infraclaviculargrube neben dem Sternum leichte Dämpfung. Das Herz ist vollständig von Lunge überdeckt. Die Lungen reichen bis nahe zum Rippenrand. Ueberall am Thorax hört man auffallend leises vesiculäres Athmen mit sparsamem dumpfen Rasseln; nur rechts oben, vorn sowohl wie hinten, ist das Athmungsgeräusch deutlich bronchial. Vitale Lungencapacität 1450 Ccm. Inspirationszug 40 Mm. Exspirationsdruck 50 Mm.

In diesem Falle besteht offenbar neben dem Asthma bronchiale ein Verdichtungsheerd im oberen rechten Lungenlappen, wahrscheinlich Cirrhosis pulmonis in Folge eines älteren phthisischen Processes.

Auf diesen letzteren legte ich anfangs das grössere Gewicht und liess nur comprimirte Luft inspiriren und Tannin mit Carbolsäure inhaliren. Husten und Beklemmung besserten sich zwar unter dieser Medication, aber sehr langsam und unerheblich. Ich ging deshalb schon Ende November dazu über, neben der Inspiration comprimirter Luft auch Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen zu lassen und statt der früheren Inhalation eine solche von Kochsalz mit Oleum Terebinthinae zu verordnen. Von der comprimirten sowohl wie von der verdünnten Luft wurden anfangs 2, später 3—4 Cylinder täglich gebraucht, anfangs von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck, später von ersterer auf $^1/_{54}$, von letzterer auf — $^1/_{47}$ Atmosphärendruck steigend.

Pat. gebraucht die Kur mit Unterbrechungen bis zum 1. Juli 1874, im ganzen 128 Mal. Seit dem Beginn der Behandlung sind niemals wieder annähernd so heftige oder andauernde Anfälle wie vorher aufgetreten. Zwar war sie nicht von Anfällen verschont; aber diese traten selten, mit Intervallen von Wochen auf und dauerten auch meist nicht länger als

1—2 Tage an. Patientin schläft allnächtlich in ihrem Bett und steckt das Salpeterpapier nur noch zeitweise an, wenn sie die Empfindung eines drohenden Anfalls hat. Sie ging den ganzen Winter nicht nur ihrer häuslichen Beschäftigung nach, sondern machte auch weite Wege, indem sie die Kur in meinem Hause gebrauchte. Der Husten hat sich sehr wesentlich gemildert, tritt am Tage oder in der Nacht nur noch selten auf, meist nur geringfügig des Morgens. Die Dyspnoë in den Intervallen macht sich nur noch beim schnellen Treppensteigen geltend. Appetit ist rege geworden. Keine Abmagerung mehr; vollkommen gesundes Aussehen. Pat. ist von ihrem subjectiven Befinden ausserordentlich befriedigt.

Die Untersuchung der Brust ergiebt das Fortbestehen der Dämpfung in der Fossa infraclavicularis dextra, dagegen vollkommen normale Lungengrenzen, Herz nicht mehr überdeckt. Ueberall am Thorax mässig lautes reines vesiculäres Athmen; nirgends mehr Bronchialathmen. Vitale Capacität 2800 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 85 Mm. Pat. vermag das Quecksilber am Pneumatometer während der Inspiration 2 Secunden lang auf 60 Mm., während der Exspiration desgleichen auf 60 bis 70 Mm. zu erhalten. Pat. hat anfänglich nur mit Mühe beim Ausathmen in verdünnte Luft den Cylinder um 3 Ctm. gehoben, jetzt kann sie es bequem 5 Ctm.

9. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 30. December 1873. Klm., Gutsbesitzer, 49 Jahre alt. Seit 10 Jahren Husten. Vor 3 Jahren, nachdem Pat. zwei Tage zuvor ein römisches Bad zu seinem Vergnügen genommen, erster asthmatischer Anfall, plötzlich auftretend, mehrere Tage andauernd. Von da an Steigerung des Hustens, namentlich Morgens sehr heftig. Ausserdem besteht seitdem perpetuirlich Dyspnoë, welche fast täglich sich Abends und Morgens zu einem asthmatischen Anfall steigert und zeitweise zu heftigen langdauernden Anfällen exacerbirt.

Kräftige Constitution. Brust stark gewölbt. Die Lungen überdecken das Herz und reichen bis nahe an den freien Rippenrand. Die obere Kuppel des Zwerchfells ist bis zum 6. Intercostalraum in der Mammillarlinie herabgedrängt, in gleichem Verhältniss die Leber unter den Rippenrand. Der Percussionsschall ist überall sonor und tief. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und Pfeifen. Vitale Capacität 2500 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die am 30. December 1873 eingeleitete Behandlung besteht in Exspirationen in verdünnte Luft, später auch Inspirationen comprimirter Luft; ausserdem Inhalationen von Salmiak und Terpenthinöl; Einreiben der Brust mit einem terpenthinölhaltigen Liniment.

Schon in den ersten Tagen der Behandlung tritt der Erfolg unverkennbar hervor. Die Dyspnoë lässt zuerst am Tage nach und kommt dann auch Morgens und Abends nicht mehr zum Vorschein. Pat. fährt täglich 1½ Stunden lang mit der Eisenbahn zu mir; während er in den ersten Tagen dabei stark dyspnoëtisch war, fühlt er später keine Spur

von Unbehagen. Im Januar meldet sich noch zuweilen auf kurze Zeit eine Anwandlung von Asthma, später kommt keine Spur davon mehr wieder. Auch der Husten mildert sich merklich und wird zuletzt nur noch sehr unbedeutend. Pat., früher sich höchst unglücklich fühlend, ist jetzt vergnügt und lebensmuthig, wie er seit dem Beginn seiner Krankheit niemals war.

Am 4. März 1874 Beendigung der Kur. Die Percussion ergiebt vollkommen normale Grenzen der Lungen, so wie normalen Stand des Zwerchfells und der Leber. Vitale Capacität 2800 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

Im folgenden Sommer hatte ich noch zum öfteren Nachrichten über sein Befinden. Dieselben lauteten stets vollkommen günstig.

10. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 20. April 1874. Frl. Bck., 28 Jahre alt, wird mir von Herrn Geh. R. Prof. Esmarch zur Behandlung überwiesen. Seit 8 Jahren Husten, anfangs nur im Winter; seit 6 Jahren Husten permanent im Sommer und Winter, mit Asthma verbunden. Die asthmatischen Anfälle treten gleichzeitig mit Exacerbationen des Hustens auf, dauern meist 8 Wochen oder länger mit geringen Remissionen, sind am heftigsten in der Nacht, so dass Pat. keine Nacht im Bette zu verweilen oder es auch nur aufzusuchen vermag, sondern den grössten Theil derselben mit hochgradiger Orthopnoë auf dem Stuhle sitzend zubringt. Auch nach Ablauf der asthmatischen Anfälle ist Pat. noch hochgradig dyspnoëtisch, sie vermag wenig zu gehen oder Treppen zu steigen, hustet dauernd und fühlt sich sehr schwach und erschöpft. Gewöhnlich dauern diese auch nur unvollständigen Intervalle kaum wenige Wochen und sind zeitweise auch noch von nächtlichen asthmatischen Anfällen unterbrochen. Namentlich während des Herbstes und Winters kommen Zeiten, die gänzlich frei von Asthma sind, nur höchst selten vor. Im letzten Winter gebrauchte Pat. Arsenik; die asthmatischen Anfälle traten zwar etwas milder, aber nicht seltener auf. Sie blieb kaum wenige Wochen verschont. Gegenwärtig ist eine Remission des Anfalls und des Hustens. Dennoch ist die Dyspnoë sehr hochgradig bei jeder Bewegung, und Pat. vermag keine Nacht wegen Husten und Dyspnoë Schlaf zu finden. Seit 6 Jahren leidet Pat. auch an chronischem Rheumatismus, welcher zur leichten Anschwellung der Hand-, Finger- und Zehengelenke geführt hat. Menses sind unregelmässig, oft 6—8 Wochen pausirend. Appetit bei den Anfällen gestört. Häufig Diarrhoe.

Pat. sieht äusserst blass und sehr entkräftet aus. Grosser Wuchs, zarter Knochenbau. Brust ziemlich gut gewölbt. Die Lungen sind bis zum freien Rippenrand ausgedehnt und überdecken das Herz. Die obere, von Lungen überdeckte Lebergrenze beginnt erst an der 6. Rippe, und dem entsprechend überragt auch der untere Leberrand die freien Rippen. Ueberall leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, Pfeifen, Schnurren und sparsamem Rasseln. Herz gesund. Pulmonalarterienton verstärkt. Urin dunkelroth, sedimentirend.

Vitale Lungencapacität 950 Ccm. Inspirationszug 58 Mm. Exspirationsdruck 18 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft, gefolgt von Exspirationen in verdünnte Luft, erstere anfangs 1, später 2 bis 3 Cylinder, letztere anfangs 2, später 3 bis 4 Cylinder. Ausserdem Inhalationen von Kochsalz und Ol. Terebinth. Einreibung der Brust mit Terpenthinöl-Liniment.

Die Besserung macht sich vom 1. Tage der Behandlung an bemerklich. Schon nach wenigen Tagen schläft Pat. in ihrem Bette fast die ganze Nacht hindurch, ohne von Husten oder Dyspnoë gestört zu werden. Es kommt ihr selbst, wie sie sich ausdrückt, wenn sie des Morgens erwacht, kaum glaublich vor, dass sie hat in ihrem Bette bis zum Morgen schlafen können. Auch bei Bewegungen und beim Treppensteigen äussert sich die Dyspnoë immer weniger, und nach kurzer Zeit wird sie überhaupt nicht mehr von derselben, ausser beim Treppensteigen, belästigt. Sie geht spazieren und ist thätig wie in gesunden Tagen, was sie seit Jahren nicht vermochte. Der Husten verliert sich zwar nicht ganz, ist aber sehr milde und wenig belästigend.

Am 4. Juli 1874 Beendigung der Kur. Es war während der ganzen Zeit keine Andeutung eines asthmatischen Anfalls da gewesen. Keine Dyspnoë bei Bewegungen, nur noch etwas beim Treppensteigen. Wenig Husten. Allnächtlich guter Schlaf. Die Percussion ergiebt vollkommen normale Lungengrenzen, Herz nicht überdeckt, Leber nicht mehr den Rippenrand überragend und obere Grenze derselben zum 4. Intercostalraum hinaufgestiegen. Ueberall reines lautes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitale Lungencapacität 2200 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Pat. reist nun aufs Land. Am 26. September kehrt sie wieder zurück. Sie berichtet, sich bis Ende Juli vollkommen wohl befunden zu haben. Sodann steigerte sich wieder der Husten, störte die Nächte, und später trat auch Luftbeklemmung hinzu; aber beides war nur von relativ geringer Intensität, gar nicht zu vergleichen mit früher. Ein asthmatischer Anfall war nicht wieder da gewesen, ausser im September in einer Nacht eine Andeutung eines solchen von 1—2 Stunden Dauer. Pat. fühlt sich etwas angegriffen und matt.

Die Untersuchung der Brust ergiebt wieder Ausdehnung der Lungen über das Herz und bis nahe an den Rippenrand. Ueberall vesiculäres Athmen mit Pfeifen und Schnurren. Vitale Capacität 1850 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm.

Pat. wünscht die pneumatische Kur wieder aufzunehmen; da sie aber fürchtet, im Winter nicht ausgehen zu können, so schafft sie sich selbst einen Apparat an. Im Winter besucht sie mich einige Male. Der Husten und die damit verbundene Dyspnoë dauern zwar den ganzen Winter mit zeitweisen Exacerbationen und Remissionen an, aber unvergleichlich weniger heftig als in den früheren Jahren, so dass Pat. allnächtlich im Bette zubringen und mit Unterbrechungen schlafen kann. Ein eigentlicher asthmatischer Anfall tritt während des ganzen Winters nicht auf;

erst Ende Februar, unmittelbar nachdem Pat. an einem der kältesten Tage ausgegangen, kehrte ein Anfall wieder, welcher zwar ziemlich heftig auftrat, aber nach vier Tagen wieder wich. Seitdem Wohlbefinden.

11. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 30. April 1874. D'Hr., Rentier, 54 Jahre alt. Seit 22 Jahren Husten, seit 20 Jahren Asthma. Pat. ist seitdem permanent dyspnoëtisch, bald mehr bald weniger; ausserdem treten in Intervallen von mehreren Tagen bis höchstens mehreren Wochen Anfälle auf, mit äusserster Heftigkeit mehrere Tage und Nächte andauernd, so dass Pat. im Bette nicht zuzubringen vermag.

Es giebt kaum ein Mittel, welches Pat. bisher nicht gebraucht hat, alles erfolglos. Ich erwähne namentlich Terpenthinölinhalationen, Arsenik, pneumatische Cabinette (in Montpellier und Nizza). Die letzteren haben ihm so wenig genutzt, dass er nicht einmal, während er im Cabinet sass, Erleichterung fühlte.

Pat. ist sehr kräftig gebaut und hat einen starken Panniculus adiposus. Thorax sehr ectatisch. Die Lungen reichen bis zum freien Rippenrand und überdecken das Herz. Herzstoss im 6. Intercostalraum nach innen von der Mammillarlinie, Herztöne normal. Obere Lebergrenze beginnt in der Mammiliarlinie an der 6. Rippe, die untere Grenze überragt um 3 Cm. den freien Rippenrand. Ueberall am Thorax reichliches lautes Pfeifen, das leise Athmungsgeräusch überdeckend. Puls 84, ziemlich voll, mässig gespannt. Appetit gut. Stuhlgang retardirt.

Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.; Inspirationszug 110 Mm.; Exspirationsdruck 100 Mm.

Behandlung besteht in Inspirationen comprimirter Luft, gefolgt von Exspirationen in verdünnte Luft. Regelmässiger Gebrauch der Kur täglich einmal, vom 30. April bis zum 29. Mai.

Während dieser Zeit tritt kein asthmatischer Anfall auf. Husten vermindert, desgleichen sehr wesentlich die Dyspnoë. Letztere ist indess bei Beendigung der Kur noch nicht vollkommen beseitigt, tritt wenigstens bei starken Bewegungen noch auf.

Die Untersuchung der Brust ergiebt: vollkommen normale Lungengrenzen, normale Lage der Leber; Herz nicht mehr vollständig von Lunge überdeckt. Dagegen ist überall am Thorax noch sparsames Pfeifen neben vesiculärem Athmen hörbar. Vitale Capacität der Lungen: 3550 Ccm.; Inspirationszug 150 Mm.; Exspirationsdruck 160 Mm.

Pat. geht aufs Land und will sich einen pneumatischen Apparat anschaffen, um die Kur noch fortzusetzen. Ueber den weiteren Verlauf der Krankheit habe ich nichts erfahren.

12. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 2. Mai 1874. Dck., 38 Jahre alt, Telegraphenbeamter, von Herrn Collegen Dr. Sachse mir zugewiesen. Seit 10 Jahren Husten mit häufigen Exacerbationen mehrmals jährlich, die sich mit hochgradigen asthmatischen Anfällen combinirten und meist 14 Tage oder länger andauerten. Seit 2 Jahren sind

die Anfälle viol häufiger geworden, sie traten in Intervallen von 2—3 Wochen auf, und dauerten 6—8 Tage; auch in den Intervallen bestand Dyspnoë und starker Husten. Seit dem Beginn des letzten Frühjahrs hat Pat. allwöchentlich einen asthmatischen Anfall, der kaum beendet, sofort dem folgenden Platz macht, so dass Pat. fast kaum einen Tag ganz frei von Asthma sich befindet. Husten ist heftig. Pat. ist abgemagert und ausserordentlich matt. Seit mehreren Wochen hat er Abends Frösteln, gefolgt von Hitze. Es wird dem Pat. ausserordentlich schwer, mich zu besuchen; die Treppen kann er nur mit äusserster Mühe hinaufkommen.

Pat. hat zahlreiche Kuren ohne Erfolg gebraucht. Auch das pneumatische Cabinet benutzte er und fühlte sich zwar, so lange er darin sass, erleichtert, dagegen war jedesmal schon 1 Stunde später der Zustand wie zuvor, und in der Häufigkeit und Heftigkeit der Anfälle war keinerlei Besserung bemerkbar.

Status praesens: Starke objective und subjective Dyspnoë. Blässe und Abmagerung. Brust wenig beweglich, nicht ausgesprochen ectatisch. Percussionsschall über dem Thorax nicht so tief sonor wie sonst gewöhnlich bei Emphysematikern. Lungen reichen bis zum freien Rippenrand und überdecken das Herz. Obere und untere Lebergrenze ist um ca. 3 Ctm. herabgedrängt. Ueberall am Thorax sehr leises vesiculäres Athmen, an den unteren Partien überdeckt von Pfeifen, Schnurren und Rasseln. Herztöne rein.

Vitale Lungencapacität 2400 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm. (Diese Abweichung der pneumatometrischen Werthe von dem sonst bei Emphysem Beobachteten ist möglicherweise durch kleine, der Percussion nicht zugängliche Verdichtungsheerde in den Lungen bedingt).

Therapie: Inspiration comprimirter Luft, dazwischen Exspiration in verdünnte Luft; ausserdem Inhalationen mit Kochsalz und Terpenthinöl.

Die Kur wird mit verschiedenen Unterbrechungen vom 2. Mai bis zum 18. August 1874 gebraucht.

In der ersten Woche der Kur traten noch in zwei Nächton asthmatische Anfälle auf, aber schwächer als die früheren und nur mehrere Stunden andauernd. Es folgte sodann ein freies Intervall von ca. 14 Tagen, darauf leichter Anfall, gleichfalls nur mehrere Stunden andauernd. Sodann Intervall von ca. 3 Wochen, worauf ein etwas stärkerer Anfall von 24 Stunden Dauer. Hierauf Intervall von ca. 5 Wochen; Anfall noch etwas stärker, aber bei weitem noch nicht so heftig wie sonst, 48 Stunden dauernd. Nunmehr seit 5 Wochen ganz anfallsfrei. Der Husten liess erst nach Verlauf von etwa 3 Wochen sehr merklich nach, wurde dann immer geringer, seit 3 Wochen ist er nur noch sehr geringfügig. Die Dyspnoë in den Intervallen ist vollkommen geschwunden, so dass Pat. die Treppen ohne Mühe hinaufsteigt. Das Fieber war schon in der ersten Zeit geschwunden, der fehlende Appetit zurückgekehrt, und der Pat. hat dann an Fleisch und Kräften merklich zugenommen.

Am 18. August ergiebt die Percussion: vollkommen normale Lungengrenzen. Herz nicht mehr überdeckt. Normaler Stand der Leber. Ueberall lautes reines vesiculäres Athmen, weder Pfeifen noch Rasseln. Vitale Lungencapacität 4000 Ccm. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

13. Asthma bronchiale. Emphysem. 17. Juli 1874. Graf Sw., 12 Jahre alt. Hatte im 3. Lebensjahre eine heftige Bronchitis, welche chronisch wurde und häufig exacerbirte. Schon bei der initialen acuten Bronchitis wurden die ersten asthmatischen Anfälle beobachtet, welche seitdem — also seit vollen neun Jahren — den Kranken nicht verlassen haben. Dieselben treten gleichzeitig mit einer Exacerbation des Hustens auf, beginnen meist Nachts und dauern mehrere Tage und Nächte hinter einander. Die Intervalle zwischen den Anfällen belaufen sich meist nur auf wenige Tage, nur ausnahmsweise sind zuweilen freie Zeiten von einigen Wochen beobachtet worden. Der Husten tritt in ausserordentlich heftigen Paroxysmen auf, löst sich gegen Ende des Anfalls, dauert aber auch während der Intervalle in geringerem Grade an. Die Dyspnoë macht sich auch in den freien Zeiten zwischen den Anfällen beim Gehen und Steigen sehr bemerklich. Der Knabe ist dabei sehr heruntergekommen, sieht blass aus. Nachts Incontinentia urinae.

Die Grösse des Pat. ist seinem Alter entsprechend. Schon ohne dass er entkleidet wird, macht er den Eindruck eines Kyphotischen wegen seiner hervorspringenden Brust. Bei der Inspection des Körpers ergiebt sich keine Spur von Kyphose. Dagegen bildet das Brustbein mit den daran befestigten Rippenknorpeln eine starke Prominenz, kaum weniger hochgradig wie bei wirklicher Kyphose, jedoch von dieser unterschieden und dadurch characteristisch, dass die Prominenz nach unten zunimmt und am stärksten in dem untersten Abschnitt, am Proc. xiphoideus, hervortritt, so dass die unterste Circumferenz des Thorax dadurch auffallend erweitert ist. An den Lendenwirbeln findet sich eine schwache Lordosis. Die Percussion ergiebt: Das Herz ist von den Lungen vollkommen überdeckt; dieselben reichen beiderseits bis an den freien Rippenrand. Die Leber ist um 4 Ctm. herabgedrängt. Ueberall am Thorax lautes Pfeifen. Herz nicht abnorm. Vitale Lungencapacität 1200 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 30 Mm.

Behandlung am 25. Juli beginnend: Inspiration comprimirter Luft (1 Cylinder, später 2—3), Exspiration in verdünnte Luft (2—4 Cylinder), zum Schluss Inspiration comprimirter Luft (1 Cylinder); ausserdem Inhalationen von Natr. chlorat. und Ol. Terebinth.

1. August 1874, nach 8tägigem Gebrauch der Kur: Husten wesentlich gemildert. Nächte frei von asthmatischen Anfällen. Auch am Tage Dyspnoë geringer geworden. Vitale Capacität ist auf 1650 Ccm. gestiegen; Inspirationszug 100 Mm.; Exspirationsdruck 60 Mm.

22. August 1874. Patient hat vor 4 Tagen Nachts und Morgens wieder stärker gehustet und Luftbeklemmung empfunden, ohne dass es

zu einem ausgebildeten Anfall kam; die Exacerbation ging schnell vorüber. Im übrigen war Pat. während der ganzen vierwöchentlichen Kur ganz frei von asthmatischen Anfällen und von Hustenparoxysmen geblieben. Er fühlt sich so vollkommen frei auf der Brust, wie er sich dessen überhaupt nicht erinnert. Er schläft die Nächte durch ohne Beklemmung und Husten. Auch am Tage meist gar kein Husten oder nur zuweilen ein unbedeutender. Kann Treppen ohne Mühe steigen. Sieht vortrefflich aus. Bei der Untersuchung des Thorax war für mich am interessantesten die wesentliche Verbesserung der Brustform, indem die Prominenz des Sternums sehr auffällig zurückgegangen war. Die Percussion ergiebt: Herz nicht mehr von den Lungen überdeckt, vollkommen normale Lungengrenzen, Leber in normaler Stellung. Bei der Auscultation hört man überall vesiculäres Athmen, aber noch vielfach mit pfeifender Exspiration. Vitale Capacität 1775 Ccm. Inspirationszug 96 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

29. August. Beendigung der Kur. Günstiger Zustand wie vor 8 Tagen. Kein Anfall da gewesen. Husten äusserst selten und geringfügig. Die Brustprominenz erscheint nur noch unbedeutend. Percussion und Auscultation ergiebt gleiches Resultat wie am 22. August. Vitale Lungencapacität 2000 Ccm. Inspirationszug 104 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Am 5. Februar 1875 kommt Pat. von neuem in meine Behandlung. Es wird Folgendes berichtet: Nach Beendigung der Kur hat sich Pat. vier Wochen lang frei von jederlei Beschwerden und vollkommen gesund befunden. Später traten die Anfälle wieder auf, jedoch im ganzen entschieden seltener und weniger heftig als in den früheren Jahren. Letzter Anfall vor 10 Tagen, 3 Tage dauernd. Besonders der Husten wesentlich milder geblieben, und es ist nicht zu den heftigen Exacerbationen gekommen, an die Pat. sonst gewöhnt war. Auch die Dyspnoë in den Intervallen ist nur gering. Im October hat Pat. in seiner Heimath noch einmal den pneumatischen Apparat während drei Wochen gebraucht, aber ohne Regelmässigkeit und unter besonders hinderlichen Umständen. Er fühlte zwar während des Gebrauchs gleichfalls eine Erleichterung, aber keine so durchgreifende wie bei der ersten Kur.

Die Untersuchung der Brust ergiebt wieder eine stärkere Prominenz des Brustbeins, wenn auch bei weitem nicht so erheblich, wie bei der ersten Untersuchung. Das Herz ist wieder von den Lungen überdeckt, und die untere Grenze der letzteren reicht wieder bis nahe an den Rippenrand. Ueberall über den Lungen lautes Pfeifen. Vitale Capacität 2000 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Die Kur wird nun in derselben Weise wie früher wieder aufgenommen. Vom ersten Tage an zeigt sich sofort wieder ihre Wirkung, indem Pat. gleich in der ersten Nacht vom Husten viel weniger belästigt wird und so gut und ungestört schläft wie seit lange nicht. Die Besserung schreitet stetig fort. Husten wird immer unbedeutender. Keine Spur von Dyspnoë.

13. Februar. Die Prominenz des Sternum hat wesentlich nachgelassen. Der untere Thoraxraum, früher fassförmig erweitert, ist sichtlich in seiner untersten Circumferenz etwas schmäler geworden und zeigt gleichsam den Ansatz zu einer Taille. Das Herz ist nicht mehr ganz von den Lungen überdeckt. Die untere Grenze derselben reicht in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. Bei der Auscultation hört man überall vesiculäres Athmen und vielfach noch Pfeifen. Vitale Capacität 2250 Ccm. Inspirationszug 100 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm.

14. März. In der Zeit vom 2.—6. März Husten etwas vermehrt, auch zuweilen in der Nacht mit Husten und Beklemmung erwacht, schnell wieder eingeschlafen. In der Nacht vom 7. zum 8. März, bei dem plötzlichen Auftreten von Thauwetter, gleichzeitig mit anderen Asthmatikern, wieder asthmatischer Anfall mit vermehrtem Husten; aber kaum 1 Stunde andauernd. Schon am folgenden Tage Besserung. Keine Dyspnoë wieder. Husten sehr geringfügig. Vollkommenes Wohlbefinden. Die physicalische Untersuchung ergiebt Status idem wie am 13. Februar.

14. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 4. December 1873. Zpfl., Kaufmann, 58 Jahre alt. Seit 15 Jahren andauernd Husten mit häufigen Exacerbationen. Vor 12 Jahren zum ersten Male heftiger asthmatischer Anfall. Seitdem dauernd Dyspnoë beim Treppensteigen und schnellen Gehen, in den letzten Jahren allmälig sehr zugenommen. Im Herbst und Frühjahr pflegt der Husten zu exacerbiren und die Dyspnoë sich zu den heftigsten asthmatischen Anfällen zu steigern, die mehrere Tage ununterbrochen Tag und Nacht andauern, und nach kurzen Intervallen während mehrerer Wochen zum öfteren wiederkehren. Auch in den Intervallen ist während des ganzen Winters in den letzten Jahren so wie auch gegenwärtig seit dem Herbst die Dyspnoë sehr hochgradig gewesen mit heftiger Exacerbation bei jeder leichten Bewegung.

Patient consultirt mich zuerst am 4. December 1873. Er ist von ziemlich grossem Wuchs und ursprünglich sehr kräftiger Constitution. Starker Knochenbau. Mässig straffe Musculatur. Er sieht hochgradig cyanotisch aus, namentlich sind Lippen und Fingernägel vollkommen blau, die Wangen über dem Jochbogen bläulich roth. Bedeutende objective und subjective Dyspnoë. Stark ectatischer Thorax. Hals sehr kurz mit bedeutender Prominenz der abnorm entwickelten, der forcirten Inspiration dienenden accessorischen Hülfsmuskeln, namentlich der Sternocleidomastoidei. Brust bei der Inspiration sehr wenig beweglich. Die Lungen überdecken das Herz vollständig und reichen beiderseits bis zum freien Rippenrande; Herz und Leber sind herabgedrängt. Ueberall am Thorax ist das Athmungsgeräusch ausserordentlich leise, vesiculär; desgleichen Pfeifen und sparsames Rasseln überall hörbar.

Vitale Capacität 1550 Ccm. (Nach der Constitution des Kranken hätte sie im gesunden Zustande weit über 4000 Ccm. betragen müssen). Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 52 Mm.

Ich liess den Patienten Kochsalz mit Ol. Terebinth. inhaliren, Ter-

penthinöl täglich einreiben, comprimirte Luft inspiriren und in verdünnte Luft exspiriren.

Die Prognose stellte ich sofort äusserst ungünstig, und sie wurde es ganz besonders, als ich beobachtete, dass Pat. auch mit der äussersten Anstrengung bei der Exspiration in verdünnte Luft kein grösseres Luftquantum in den pneumatischen Apparat zu entleeren vermochte, als seine so erheblich niedrige vitale Capacität betrug, und dass er eben so bei der Inspiration comprimirter Luft nur äusserst wenig Luft (kaum 1000—1200 Ccm.) in seine Lungen aufnahm. Es war mir hierdurch erwiesen, dass der Thorax einerseits einer Retraction auch durch mechanische Mittel nicht mehr zugänglich und andererseits auch nicht mehr erweiterungsfähig war, nahm ja derselbe in der Ruhe bereits die äusserste Inspirationsstellung ein.

In einem solchen Zustande liess sich kaum mehr eine Besserung durch den pneumatischen Apparat erwarten und für einen folgenden asthmatischen Anfall, da kein genügender Angriffspunkt für die accessorischen Inspirationsmuskeln mehr vorhanden war, das Schlimmste befürchten.

In der That verspürte Pat., der den pneumatischen Apparat circa 12 mal gebrauchte und dann mit meiner Uebereinstimmnng damit am 17. December pausirte, kaum irgend einen palliativen Nntzen. In den folgenden Tagen trat eine Steigerung des Hustens nnd vom 21.—25. December ein so heftiger asthmatischer Anfall auf, wie man ihn selten zu beobachten Gelegenheit hat. Pat. erholte sich von demselben relativ schnell und besuchte mich am 5. Januar wieder, um die Kur von neuem zu beginnen. Er gebrauchte sie drei Wochen lang mit einigen Unterbrechungen, fühlte sich wohl zeitweise erleichtert, aber nicht erheblich. Am Spirometer, Pneumatometer, am pneumatischen Apparat so wie durch die Percussion liess sich keine Besserung nachweisen. Ende Januar exacerbirte Husten und Dyspnoë, und die pneumatische Behandlung wurde von nun an für immer sistirt. Es stellte sich ein neuer asthmatischer Anfall ein, nicht viel weniger heftig als der vorangegangene. Anch von diesem erholte sich Pat. Husten und Dyspnoë dauerten fort. Im Sommer ging er, wie ich vernahm, auf zwei Monate nach Reichenhall, gebrauchte dort unter anderem sehr fleissig das pneumatische Cabinet, fühlte sich daselbst und nach seiner Rückkehr subjectiv wohl; allein mit dem Herbst steigerten sich wieder alle Krankheitssymptome, und im December 1874 starb er in einem asthmatischen Anfall.

15. Asthma bronchiale nervosum. Bronchitis chronica. Emphysem. 13. November 1873. Die folgende Krankengeschichte betrifft einen sehr geschätzten Herrn Collegen. Ich lasse dieselbe, wie sie von ihm selbst verfasst ist, im Wortlaut folgen:

„Dr. J., 34 Jahre alt, aus gesunder Familie stammend. Schon seit früher Jugend zeigte sich bei ihm eine grosse Disposition zu Erkältungen, in Folge deren sich häufig Schnupfen und zuweilen auch leichter Husten einstellte, der jedoch meist eine ärztliche Behandlung nicht nöthig machte. Mit Ausnahme einer Brustfellentzündung, die er in seinem 17.

Lebensjahre überstand, und die in wenigen Wochen in vollständige Genesung endigte, war er bis zu seinem 24. Lebensjahre ganz gesund. In diesem Jahre, im Sommer 1864, stellte sich zum ersten Male ohne jegliche Vorboten ein asthmatischer Anfall ein. Es war dies auf einer Reise nach Bayern, in der ersten Nacht, die Pat. in München zubrachte, nachdem er sich auf der Hinreise einen tüchtigen Schnupfen zugezogen hatte. In dieser Nacht erwachte er plötzlich unter den Erscheinungen der höchsten Athemnoth gegen 2 Uhr Morgens. Nur durch aufrechtes Sitzen im Bett und durch festes Anstemmen der Arme gegen die Wände der Bettstelle gelang es, der Lunge die nöthige Luft zuzuführen, dabei war die Respiration sehr beschleunigt und von einem pfeifenden Geräusch begleitet. Da dieser qualvolle Zustand nach einer Stunde noch nicht vorüber war, wurde ein Arzt herbeigeholt, der den Anfall für ganz ungefährlich und bald vorübergehend erklärte und daher auch nichts dagegen verordnete. Um 8 Uhr Morgens, nach 6stündiger Dauer, hörten die Athembeschwerden plötzlich auf, nachdem durch Husten einige zähe Sputa entleert waren, und es blieb nur ein geringes Gefühl von Schwäche zurück, das auch sehr bald wieder vorüberging. Auf der ganzen späteren Reise, die sich noch über die Schweiz und Oberitalien erstreckte, trat kein neuer Anfall wieder ein. Erst ein Jahr später stellte sich auf einer Reise nach dem Harz ein neuer Anfall ein, der wieder mehrere Stunden anhielt und sich nach einigen Tagen wiederholte. Seit dieser Zeit traten häufiger und zwar meist, wenn Pat. eine Nacht ausserhalb Berlins zubrachte, asthmatische Anfälle auf, gegen die im Laufe der Zeit alle dagegen empfohlenen Mittel ohne jeglichen Erfolg angewendet wurden. Pat. consultirte daher im Herbst 1865 eine für Brustuntersuchungen anerkannte Autorität Berlins, welche die Lunge für vollkommen gesund und die asthmatischen Anfälle für nervöser Natur erklärte, und dagegen eine Abhärtungskur (kalte Abreibungen) in Vorschlag brachte, die jedoch damals unterblieben und erst mehrere Jahre später in Anwendung kamen.

Zu diesen asthmatischen Anfällen, die sich übrigens nur im Sommer einstellten und an Intensität keineswegs zugenommen hatten, gesellte sich mit der Zeit ein chronischer Bronchialcatarrh, der sich auch durch die physicalische Untersuchung deutlich nachweisen liess, und in Folge dessen ging Pat. zu einer 4 wöchentlichen Badekur nach Ems im Jahre 1869, die jedoch von gar keinem Erfolge begleitet war. Gerade während des Aufenthalts in Ems traten mehrere asthmatische Anfälle von einer Heftigkeit und Länge auf, wie sie vordem nicht vorgekommen waren. Auch die täglich zweistündigen Sitzungen in comprimirter Luft in dem pneumatischen Cabinet übten nicht den geringsten wohlthätigen Einfluss aus.

Kurze Zeit darauf wandte Pat. zum ersten Male das Einathmen der Dämpfe von Salpeterpapier an, und wenn es auch dadurch nicht gelang, heftige Anfälle vollständig zu coupiren, so wurden dieselben jedoch wesentlich dadurch abgeschwächt, und kleine Anfälle sogar im Entstehen unterdrückt. Diese wohlthätige Wirkung des Salpeterpapiers hat sich

später nicht verloren, und es ist für den Patienten das einzige Mittel gewesen, dem ein entschiedener Einfluss auf das Asthma zuzuschreiben ist, während alles andere, besonders die Narcotica, selbst in ganz enormen Dosen, auch nicht die geringste Erleichterung zu schaffen vermochten.

Während des folgenden Kriegsjahres wurde Pat. namentlich auf dem Hinmarsche nach Frankreich mehrere Male von asthmatischen Anfällen heimgesucht, die jedoch Dank der Anwendung des Salpeterpapiers nie die frühere Höhe erreichten und ihn auch an der Ausübung seiner Dienstobliegenheiten nicht hinderten.

Im Sommer 1872 überstand Pat. eine Lungenentzündung und nahm darauf zu seiner Erholung einen achtwöchentlichen Aufenthalt in einem klimatischen Kurort der Schweiz, und hier schien es, als wenn die asthmatischen Beschwerden ihr Ende erreicht hätten. Während auf der Hinreise noch in jeder Nacht ein Anfall erfolgt war, blieb der ganze dortige Aufenthalt vollkommen frei von Anfällen, und Pat. war im Stande, grosse und zum Theil beschwerliche Bergpartien zu unternehmen. Hier fing auch Pat. an kalte Abreibungen des ganzen Körpers vorzunehmen, die seitdem auch im Winter mit grosser Consequenz fortgesetzt wurden. Doch schon auf der Rückreise trat ein neuer, wenn auch unbedeutender Anfall ein, der alle Hoffnungen wieder zu Schanden machte.

Im folgenden Winter war der Zustand ziemlich erträglich, nur des Nachts musste zuweilen zum Salpeterpapier Zuflucht genommen werden, das auch jedesmal seine Wirkung nicht verfehlte. Nur der chronische Lungencatarrh war ziemlich stark und der Auswurf reichlich, besserte sich jedoch während des folgenden Sommers ganz erheblich, vielleicht in Folge der kalten Abreibungen, da eine anderweitige Behandlung des Catarrhs nicht vorgenommen wurde, und nur zeitweilige Exacerbationen mit einem schwachen Ipecacuanha-Infus bekämpft wurden. Nach dem Manöver im Herbst 1873, das bei dem kalten und nassen Wetter und dem mehrmaligen Bivouakiren zu Erkältungen ganz besonders Veranlassung gab, änderte sich der Zustand. jedoch in sehr erheblicher Weise: Es trat jetzt mehr und mehr eine beständige Athemnoth ein, die nicht nur in jeder Nacht, um das Schlafen zu ermöglichen, die Anwendung grösserer Mengen Salpeterpapiers nöthig machte, sondern auch am Tage schnelles Gehen und Treppensteigen äusserst erschwerte.

In diesem Zustande wandte sich Patient am 14. November an den Professor Waldenburg, aufmerksam gemacht durch zwei Artikel desselben in der Berliner klinischen Wochenschrift über den von ihm construirten transportablen pneumatischen Apparat. Die Behandlung bestand in täglichen Inhalationen einer 1procentigen Lösung von Salmiak und Terpenthinöl und dann in einmaligem Einathmen comprimirter Luft und hinterher in dreimaligem Ausathmen in verdünnte Luft mittelst des Waldenburg'schen Apparats. Schon nach 8 Tagen zeigte sich schon eine entschiedene Wirkung der eingeleiteten Behandlungsweise. Der Catarrh war zwar immer noch erheblich, der Auswurf reichlich, die Expectoration jedoch leicht und die Dyspnoë nur noch bei starken Bewegungen, na-

mentlich Treppensteigen vorhanden. Seitdem hat Pat. die angegebene Kur den ganzen Winter hindurch mit grosser Regelmässigkeit gebraucht, und die Besserung schritt sichtlich von Tag zu Tag vor. Es traten zwar im Laufe des Winters ein paar Mal nach Erkältungen wieder vorübergehend Athembeschwerden ein, so dass Pat. des Nachts wieder das Salpeterpapier in Anwendung bringen musste, am Tage waren jedoch keine Beschwerden vorhanden, und am Schluss des Winters war die Dyspnoë ganz beseitigt und der Catarrh auf ein Minimum beschränkt.

Um jedoch späteren Recidiven vorzubeugen und um auch den letzten Rest des Catarrhs zu beseitigen, setzte Patient die Kur auch noch in den Frühling hinein fort, wenn auch nicht mit derselben Regelmässigkeit wie im Winter, sondern nur wöchentlich 1—2 Mal. Dabei hatte Patient in letzter Zeit an Körperfülle beträchtlich zugenommen und auch eine gesunde Gesichtsfarbe bekommen.

Ende Juni wurde Pat. jedoch von einer neuen Lungenentzündung befallen, die sich über den ganzen rechten Lungenflügel erstreckte, und zu der noch in der 3. Woche eine Brustfellentzündung hinzutrat. Auch während dieser Krankheit zeigten sich recht deutlich die Erfolge der vorangegangenen Kur. Während bei der Pneumonie vor 2 Jahren, die nur den oberen linken Lungenlappen ergriffen hatte, die Dyspnoë eine überaus heftige war, war dieselbe diesmal nur ganz unbedeutend. Nach 5wöchentlichem Krankenlager war Pat. bis auf eine geringe von der Pleuritis zurückgebliebene Schwarte geheilt und hat sich darauf nach einem klimatischen Höhenkurort in Oberbayern begeben, um dort den letzten Rest der Krankheit ausheilen zu lassen."

Ich füge nur noch einiges über den objectiven Befund hinzu:

Am 13. November 1873 bei der ersten Untersuchung fanden sich die Lungen beiderseits bis zum Rippenrand ausgedehnt, das Herz vollkommen überdeckt, die von der Lunge überdeckte obere Lebergrenze um 3,5 Ctm. gegen die Norm herabgedrängt. Herz gleichfalls herabgedrängt. Vitale Lungencapacität 2450 Ccm. Exspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Am 20. November war bereits die vitale Capacität auf 3150 Ccm., der Inspirationszug auf 120 Mm., der Exspirationsdruck auf 130 Mm. gestiegen.

Am 22. December: Vitale Capacität 3150 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

13. März 1874: Lungengrenzen fast normal. Herz nicht mehr überdeckt. Vitale Capacität 3000 Ccm. (Dieselbe war vor 14 Tagen bereits auf 3500 Ccm. gestiegen, ist aber wegen des in den letzten Tagen exacerbirten Catarrhs wieder gesunken; steigt später wieder. Trotz der Exacerbation des Catarrhs kein Asthma.) Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

25. März 1875. Herr Dr. J. brauchte während des Winters zu Hause den pneumatischen Apparat und innerlich vorübergehend Solutio Fowleri (im Ganzen nur 20 Grm.). Er blieb den ganzen Herbst und Winter hindurch bis jetzt vollkommen frei von asthmatischen Anfällen. Dagegen stellte sich im November, bevor er die Kur wieder begonnen hatte, eine Exacer-

bation des Catarrhs und damit wieder anhaltende, aber nicht bis zu Anfällen sich steigernde Dyspnoë ein, bis Mitte December dauernd. Von da ab bis Anfang März gutes Befinden: Catarrh geringfügig, keine Dyspnoë, Nächte ganz frei. Salpeterpapier konnte fast ganz entbehrt werden, bis auf wenige Nächte, wo Pat. mit pfeifendem Athem erwachte, sofort Salpeterpapier anzündete und bald darauf wieder einschlief.

Anfangs März wieder geringe Exacerbation des Catarrhs und der Dyspnoë am Tage, Nächte frei. Jetzt wieder Catarrh sehr geringfügig. Vollkommenes Wohlbefinden. Untere Lungengrenze reicht in der Mammillarlinie bis zum 7. Intercostalraum, in der Parasternallinie bis zur 6. Rippe. Herz nicht ganz überdeckt. Dasselbe sowohl wie die Leber in normaler Lage. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm. Vitale Capacität 3050 Ccm.

16. Asthma nervosum. Emphysem. 28. August 1873. v. Hs., 17 Jahre alt, Gymnasiast. Aus anscheinend gesunder Familie. Nur eine Schwester hatte gleich ihm an Asthma nervosum gelitten und starb während eines heftigen Anfalls desselben. Pat. hat als Kind vielfach an Hautausschlägen gelitten, im 5. Lebensjahre litt er lange Zeit an heftigem Husten. Während desselben traten die ersten asthmatischen Anfälle auf, anfänglich sehr häufig, fast alle Woche, aber milde und nicht lange andauernd; später in grösseren Intervallen, zuweilen selbst von mehreren Monaten, aber mit um so grösserer Heftigkeit. In der freien Zeit befindet sich Pat. vollkommen wohl, hat keine Spur von Husten, empfindet Athemnoth nur bei grösseren Anstrengungen, besonders beim Berg- und Treppensteigen. Einen sehr heftigen Anfall hatte Pat. im December 1872, blieb dann frei bis zum Juni 1873 (das bisher längste Intervall), war dann aber zwei Monate hindurch von so häufigen Anfällen geplagt, dass immer nur Zwischenräume von einem oder wenigen Tagen bis zu höchstens einer Woche zwischen den einzelnen Anfällen lagen. Der letzte Anfall trat am 22. August auf, dauerte zwei Tage und war zugleich der heftigste, dessen sich der Kranke überhaupt zu erinnern weiss. Die Anfälle verlaufen in der gewöhnlichen Weise, beginnen meist nach Mitternacht und machen am Tage Remissionen. Husten ist beim Beginn der Anfälle nicht vorhanden, sondern tritt erst gegen Ende desselben auf und geht schnell wieder vorüber.

Pat. hat sehr viel gebraucht, alles erfolglos, unter anderen auch pneumatisches Cabinet, Seebäder, Salpeterräucherungen etc.

Am 28. August 1873 nimmt Pat. meine Hülfe in Anspruch. Er ist für sein Alter sehr gross und kräftig. Die Brust ist stark gewölbt. Die Lungen überdecken das Herz und sind am unteren Rande um die Breite zweier Intercostalräume über die Norm ausgedehnt. Ueberall reines, aber nur leises vesiculäres Athem. Herz gesund. Zur Zeit keine Dyspnoë. Vitale Lungencapacität 2800 Ccm. Inspirationszug 140 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

Die Behandlung besteht in innerlicher Darreichung von Liquor Kali arsenicosi, Inhalationen von Ol. Terebinthinae mit Kochsalz, Einreibungen der Brust mit Ol. Terebinth., endlich Exspirationen in verdünnte Luft

($^1/_{60}$ Atmosphärendruck, später allmälig auf $^1/_{40}$ Atmosphärendruck steigend, aber derart, dass in jeder Sitzung immer erst mit der geringeren Luftverdünnung begonnen und allmälig gestiegen wird).

Am 5. September tritt Nachts eine Andeutung von Asthma auf, welches aber Pat. am Wiedereinschlafen nicht hindert; dasselbe wiederholt sich noch einmal nach 14 Tagen.

Pat. fühlt sich vollkommen gesund, kann die Treppen ohne Mühe hinauflaufen. Seine vitale Lungencapacität und Athemkraft steigern sich in ausserordentlicher Weise:

Am 12. September: Vitale Lungencapacität 4000 Ccm. Inspirationszug 190 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

Am 30. October: Vitale Lungencapacität 4250 Ccm. Inspirationszug 200 Mm. Exspirationsdruck 170 Mm. Die Untersuchung der Brust ergiebt sowohl an den unteren Lappen wie über dem Herzen vollkommen normale Lungengrenzen.

Die Kur wird bis zum 2. November fortgesetzt; es waren im ganzen 58 Sitzungen gehalten worden. Pat. kehrt in seine Heimath zurück, gebraucht nur noch anfänglich ca. 3 Wochen lang Arsenik und enthält sich dann jeglicher Therapie.

Am 30. Juli 1874 stellt er sich mir wieder vor. Er berichtet, dass er bis zum Juni, also fast volle zehn Monate gänzlich frei von asthmatischen Anfällen gewesen sei. Im Juni seien die Anfälle auch nur sehr unbedeutend gewesen; dagegen haben sie sich im Juli verstärkt, und während der letzten drei Wochen seien drei bis vier stärkere neben mehreren leichteren Anfällen (der letzte gestern) aufgetreten. Die Heftigkeit des vorigen Jahres haben die Anfälle indess bei weitem nicht erreicht. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Der rechte untere Lungenlappen ist um einen Intercostalraum ausgedehnt, Herz nicht von Lunge überdeckt. Ueberall reines lautes vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 4300 Ccm. Inspirationszug 190 Mm. Exspirationsdruck 180 Mm.

Die letzten Anfälle haben demnach den günstigen Zustand der Lungen, wie er im vorigen Jahre am Ende der Behandlung zu constatiren war, zwar etwas, aber doch nur sehr unerheblich geändert. Ja die vitale Capacität und der Exspirationsdruck ist sogar noch etwas höher als am 30. October vorigen Jahres, aber so unwesentlich, dass ein Schluss nicht daraus zu ziehen ist. (Am 2. November, als am Ende der Kur, hatte ich leider die Messungen nicht wiederholt; die Erhöhung wäre vielleicht schon damals zu constatiren gewesen.)

Pat. ist jetzt nicht in der Lage, die frühere Kur wieder aufzunehmen und begiebt sich zunächst in seine Heimath aufs Land. Am 28. September 1874 kehrt er wieder zurück. Er war während der Zeit vollkommen gesund geblieben und hatte nur in einer Nacht, in welcher er auf einem fremden Gute zubrachte, an Asthma nicht hochgradig gelitten. (So oft er auf diesem Gute zubrachte, hatte er auch schon früher regelmässig Asthma gehabt, und zwar jetzt zum 5. Male.) Dagegen hat er sich nach einer Erkältung starken Husten nebst Heiserkeit zugezogen.

Die Untersuchung der Brust ergiebt rechts denselben Status wie am 30. Juli. Ausserdem ist das Herz wieder vollständig von der Lunge überdeckt. An den unteren Partien der Lungen hört man Pfeifen. Vitale Capacität 4050 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm. Unter dem Einfluss der Bronchitis hatte sich also das Emphysem wieder verstärkt. Ausserdem bestand catarrhalische Pharyngo - Laryngitis.

Es wurde nunmehr die locale Behandlung (Inhalationen von Salmiak mit Ol. Terebinth., Touchiren des Pharynx und Larynx mit Tannin) wieder eingeleitet; ausserdem Exspirationen in verdünnte Luft und daneben Inspirationen comprimirter Luft angeordnet.

Der Pharynx- und Larynx-Catarrh wich schnell, auch die Bronchitis besserte sich schon in den ersten Tagen, exacerbirte dann aber zum öfteren derart, dass Pat. vielfach das Zimmer hüten musste und die Kur deswegen nur sehr unregelmässig gebrauchen konnte. Die Exacerbationen der Bronchitis verbanden sich zeitweise zwar mit Dyspnoë, ohne dass diese indess zu ausgebildeten asthmatischen Anfällen ausarteten.

Am 16. October reiste Pat. in seine Heimath ab, in der Hoffnung, dass unter der mütterlichen Pflege der Catarrh schneller weichen würde. Leider hatte ich keine Gelegenheit, ihn vor seiner Abreise noch einmal zu untersuchen. Ueber den weiteren Verlauf ist mir nichts bekannt geworden.

17. Asthma nervosum. Emphysem. 16. October 1873. Frl. Ltr., 30 Jahre alt, leidet seit 9 Jahren an äusserst heftigen asthmatischen Anfällen mit dem gewöhnlichen typischen Verlauf, meist in der Nacht beginnend und 4 — 6 Tage andauernd. Die Anfälle traten anfangs seltener, später immer häufiger auf und kehren jetzt etwa alle 4 Wochen wieder. In den Intervallen ist Pat. zwar gesund, aber ausserordentlich angegriffen, kann Anstrengungen nicht ertragen und wird leicht dyspnoëtisch. Husten tritt nur gegen Ende des Anfalls auf und schwindet bald nach Beendigung desselben.

Am 18. April 1873 kommt Pat. zum ersten Male in meine Behandlung. Sie ist abgemagert, sieht blass und sehr angegriffen aus. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Lungen überdecken das Herz, und ihre unteren Grenzen sind um zwei Intercostalräume herabgerückt. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen, hier und da sparsames Pfeifen. Herz gesund. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm.

Pat. hat bisher die verschiedensten Mittel ohne jeglichen Erfolg gebraucht und besitzt deshalb wenig Vertrauen zu dem Erfolg irgend einer Medication. Meine Verordnung bestand zunächst in Folgendem: Innerlich Solutio Fowleri, 3 Mal täglich 2 Tropfen, auf 4 Tropfen steigend; Inhalationen mit Kochsalz und Oleum Terebinthinae; Einreibungen der Brust mit einem Ol. Therebinth. und Acid. acet. enthaltenden (Stokes'schen) Liniment; endlich bei beginnendem oder drohendem Anfall Räucherungen mit Salpeterpapier.

Diese Medication gebrauchte Pat. zunächst einige Wochen unter meiner Aufsicht und setzte sie dann, in ihre Heimath zurückgekehrt, fort.

Am 16. October 1873 kam Pat. von neuem in meine Behandlung. Die bisherige Therapie hatte entschieden einen Erfolg gehabt, aber keinen irgend wie ausreichenden. Die Anfälle blieben anfänglich 6, dann 8 Wochen aus, kehrten sodann aber nach 5, 4 und 3 Wochen wieder. Sie waren in der Nacht noch immer so heftig wie sonst, aber am Tage milder. Die Besserung macht sich besonders in den Intervallen bemerklich. Pat. sieht gesund aus, ist nicht mehr abgemagert und fühlt sich viel kräftiger als früher. Ihr Appetit und ihr Stuhlgang, früher mangelhaft, sind geregelt. Menstruation regelmässig. Der letzte asthmatische Anfall ist vor 8 Tagen aufgetreten. Es besteht jetzt noch Dyspnoë bei Bewegungen und pfeifende Athmung. Die Untersuchung der Brust ergiebt gegen früher keine Aenderung, nur dass überall lautes Pfeifen am Thorax zu hören ist. Vitale Lungencapacität 1500 Ccm. Inspirationszug 30 Mm. Exspirationsdruck 20 Mm.

Die frühere Therapie wird beibehalten. Dazu werden noch Inspirationen comprimirter Luft und Exspirationen in verdünnte Luft hinzugefügt.

Schon in den folgenden Tagen verliert sich der pfeifende Athem, und auch bei der Auscultation ist kein Pfeifen mehr hörbar. Die Lungengrenzen retrahiren sich allmälig, wie die Percussion nachweist, und sind am Ende der Kur — am 21. November — vollkommen normal. Ein asthmatischer Anfall tritt während dieser Zeit nicht wieder auf. Pat. sieht blühend aus und fühlt sich so gesund und kräftig, wie seit 10 Jahren nicht. Sie setzt sich Wind und Wetter ohne Schaden aus, während sie früher jeden leisen Luftzug meiden musste. Sie macht grosse Spaziergänge und steigt Treppen ohne Spur von Dyspnoë.

	Vitale Capacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
Am 26. October	2150 Ccm.	52 Mm.	64 Mm.
1. Novmbr.	2200 -	70 -	80 -
8. -	2300 -	80 -	80 -
15. -	2300 -	80 -	80 -
21. -	2350 -	80 -	80 -

Am 30. April 1874 stellt sich mir Pat. von neuem vor. Sie berichtet, am 14. December, also nach einem Intervall von ca. 10 Wochen, wieder einen asthmatischen Anfall gehabt zu haben; derselbe war aber unverhältnissmässig viel schwächer, als sie es sonst gewohnt war. Sodann blieb sie volle 4 Monate von Anfällen verschont, obgleich sie sich unterdess nach einer Erkältung einen sehr heftigen Luftröhrencatarrh zugezogen hatte. Der am 16. April dagewesene Anfall war wieder ungewöhnlich leichter Art. Sie befand sich während des Winters und auch jetzt noch so vollkommen wohl, konnte wieder so vollständig an den Genüssen des Lebens und häuslichen Beschäftigungen theilnehmen, sich alles bieten, dass sie sich „wie ein anderer Mensch", gleichsam „wie ausgewechselt", so drückt sie sich wörtlich aus, vorkam. Sie hat auf meinen Rath wäh-

rend des ganzen Winters kein Arsenik mehr genommen und nur während der Bronchitis die Inhalationen gebraucht.

Die Untersuchung der Brust ergiebt: vollkommen normale Lungengrenzen, auch das Herz nicht überdeckt; überall reines vesiculäres Athmen. Vitale Capacität 2250 Ccm. Inspirationszug 68 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Pat. braucht von neuem bis zum 29. Mai die Inspirationen comprimirter Luft und die Exspirationen in verdünnte Luft ohne jede weitere andere Medication. Ihr Wohlbefinden dauert fort, ohne irgend welche Störung.

Am 29. Mai 1874: Vitale Lungencapacität 2500 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm. Auscultation und Percussion ergeben nicht die Spur einer Abnormität.

18. Asthma nervosum. Emphysem. 25. Juni 1874. Krb., Schnhmacher, 41 Jahre alt. Seit 8—9 Jahren asthmatische Anfälle, anfangs seltener, seit 4 Jahren immer häufiger und heftiger auftretend. Jm letzten Jahre bis zur Zeit, dass sich Pat. mir vorstellt, verging keine Woche ohne Anfall; gewöhnlich treten zwei Anfälle wöchentlich auf. Dieselben beginnen in der Regel Nachts, dauern meist 48 Stunden an, und kaum hat sich Pat. von einem Anfall zu erholen begonnen, ist bereits der folgende im Anzuge. Weder in den Intervallen noch im Anfang der Anfälle besteht Husten; erst gegen Ende derselben tritt er zur Erleichternng des Kranken ein. In den Intervallen Dyspnoë bei stärkeren Bewegungen. Pat. ist durch sein Leiden ausserordentlich heruntergekommen und fast vollkommen arbeitsunfähig geworden.

Pat. ist mittelgross. Gebeugte Haltung. Objective Dyspnoë. Fassförmiger, wenig beweglicher Thorax. Die Lungen überdecken das Herz vollständig und reichen bis zum freien Rippenrande. Der rechte Ventrikel zeigt sich bei der Percussion etwas vergrössert; Pulmonalarterien verstärkt. Leber um 1 Intercostalraum herabgedrängt. Ueber den Lungen überall sehr leises vesiculäres Athmen, hier und da mit Pfeifen. Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszng 60 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Therapie: Inspiration comprimirter Luft, Exspiration in verdünnte Luft; Inhalationen von Kochsalz mit Terpenthinöl.

Pat. vermag die Kur nur vom 25. Juni bis zum 21. Juli zn gebrauchen, und reist dann, sich hinreichend gekräftigt glaubend, in seine Heimath. Während dieser Zeit tritt nur in der Nacht vom 17. zum 18. Juli [1]) ein Anfall auf, aber ausserordentlich leichten Grades und kaum

1) In derselben Nacht hatten drei andere meiner Patienten gleichfalls einen Anfall. Das zeitliche Zusammentreffen des asthmatischen Anfalls bei mehreren Kranken habe ich häufig zu beobachten Gelegenheit gehabt — ein Beweis dafür, dass das Auftreten der Anfälle theilweise von atmosphärischen Einflüssen, freilich noch unbekannten, abhängt.

einige Stunden dauernd. Die übrige Zeit befindet er sich frei von allen asthmatischen Beschwerden. Sein Allgemeinbefinden hebt sich vom ersten Tage an merklich. Der Appetit wird rege, und die Kräfte nehmen zu, so dass Pat. schon nach acht Tagen sich vollkommen wohl und arbeitsfähig zu fühlen angiebt. Die früher permanente Dyspnoë der Intervalle verliert sich gleichfalls sehr bald vollständig, und Pat. kann schnell gehen und Treppen steigen ohne Mühe. Die Percussion der Brust am 21. Juli ergiebt: sowohl über dem Herzen als an den unteren Thoraxpartien normale Lungengrenzen, auch Stand der Leber normal. Ueberall am Thorax reines lautes vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 3600 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

19. Asthma nervosum. Emphysem. 21. September 1874. Hrm., 42 Jahre alt, Kaufmann. Leidet seit seiner frühsten Kindheit an Asthma, so dass er sich keiner Zeit seines Lebens zu erinnern vermag, in der er ganz gesund gewesen. Die Anfälle sind meist sehr hochgradig und dauern 2—8 Tage. Intervalle hatten früher wohl zuweilen mehrere Monate bis zu 1 Jahr angedauert, für gewöhnlich jedoch, zumal in letzter Zeit, erstrecken sie sich meist nur auf acht Tage, selten auf wenige Wochen. Während des letzten Winters waren die Anfälle fast regelmässig alle acht Tage wiedergekehrt, und kaum war der eine beendet, so begann der andere, so dass Pat. kaum wenige Tage hinter einander sich frei fühlte. Auch während der Intervalle ist die Dyspnoë sehr hochgradig und hindert bei jeder Bewegung, namentlich beim schnellen Gehen und Steigen. Durch diese Dyspnoë wird Pat. auch in den Intervallen dauernd an sein Leiden erinnert. Husten ist weder während der Anfälle noch in den freien Zeiten vorhanden, nur gegen Ende der Anfälle tritt er unbedeutend auf. Pat. giebt an, dass wenn er zufällig einmal Husten acquirirte, er dann gerade frei von Anfällen blieb. Eine Erleichterung von seinen Anfällen fühlt Pat., wenn er auf Reisen ist, gleichgiltig wo; deshalb fühle er sich auch im Sommer etwas besser als im Winter, weil er zu reisen pflege. Jetzt ist er wieder hierher — er wohnt in Berlin — zurückgekehrt, und die Anfälle sind fast permanent vorhanden; gegenwärtig leidet er seit einer vollen Woche ohne Unterbrechung an heftigem Asthma.

Er kommt am 21. Sept. während seines asthmatischen Anfalls in meine Sprechstunde. Ich war gerade verreist, und der Herr College Dr. Salzmann, welcher mich vertrat, liess ihn nach vorhergegangener Untersuchung sofort comprimirte Luft einathmen und sodann in verdünnte Luft ausathmen.

Während der Einathmung der comprimirten Luft sistirt der Anfall unverzüglich.

Am 25. September 1874 nach meiner Rückkehr nahm ich folgenden Status praesens auf: Pat. ist kräftig gebaut, ziemlich entwickelter Panniculus adiposus. Vornüber gebeugte Haltung. Thorax sehr ectatisch. Die Lungen überdecken das Herz und reichen bis zum freien Rippen-

rand. Leber herabgedrängt. Ueberall am Thorax Pfeifen und Schnurren. Vitale Lungencapacität 1600 Ccm. (Am Pneumatometer ist leider nicht gemessen worden. Es ist wahrscheinlich unterblieben, weil ich am selben Tage erst von der Reise zurückgekehrt und mehr als gewöhnlich in Anspruch genommen war.) Subjective und objective Dyspnoë. Der eigentliche asthmatische Anfall blieb seit dem ersten Gebrauch der Kur, welche täglich fortgesetzt worden war, sistirt.

Ich liess dieselbe in der gleichen Weise, wie bisher von Herrn Dr. Salzmann angeordnet, fortgebrauchen: zuerst Inspiration comprimirter Luft (2 Cylinder, später auf 4 Cylinder steigend), sodann Exspiration in verdünnte Luft (desgleichen).

In der Nacht vom 29. zum 30. Sept. trat noch einmal ein sehr leichter asthmatischer Anfall auf. Noch mit demselben behaftet kam Pat. am folgenden Nachmittage zu mir, und während des Gebrauchs der comprimirten Luft ging der Anfall spurlos vorüber, ohne zur Nacht wiederzukehren. Auch die Dyspnoë in den Intervallen schwindet mehr und mehr, endlich ganz. Pat. vermag Treppen ohne Mühe zu steigen. Er geht aufrecht, nicht mehr gebückt. Er spricht fliessend, während er früher nur absatzweise sprach. Er ist glücklich mir mittheilen zu können, dass er niemals in seinem ganzen Leben sich so gesund und so frei von allen Beschwerden gefühlt habe wie jetzt. Gegenwärtig wird er zum ersten Male, seit seine Erinnerung reicht, nicht mehr daran gemahnt, dass er krank ist. Sein Aussehen ist vortrefflich.

Eine am 20. October vorgenommene Untersuchung ergiebt: Keine Spur von Dyspnoë. Vollkommen normale Lungengrenzen. Normaler Stand der Leber. Ueberall am Thorax ziemlich lautes vesiculäres Athmen, kein Pfeifen oder Schnurren. Vitale Lungencapacität 2700 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

12. December. Braucht seit 3 Wochen den Apparat in seiner Wohnung. Sein Wohlbefinden dauert an. Nur vor 4 Wochen hatte er eine Andeutung von Asthma, welches sofort, während er bei mir comprimirte Luft einathmete, schwand. Vor 6 und vor 7 Tagen gleichfalls Morgens mit Asthma erwacht, sofort wurde comprimirte Luft inspirirt, und der Anfall sistirte unverzüglich, so dass Pat. sich unmittelbar darauf wieder ins Bett legen konnte und mehrere Stunden schlief, um anfallsfrei zu erwachen. (Sonst war es Pat. beim Anfall unmöglich im Bett zu bleiben, geschweige denn daselbst zu schlafen).

19. December. Am 13. Dec. leitete Pat. kalte Luft von der Strasse in den pneumatischen Apparat und athmete dieselbe, nachdem sie freilich einige Zeit gestanden, comprimirt ein. Sofort hatte er ein Kältegefühl in der Brust. Am 15. und 16. Dec. gegen Morgen asthmatischer Anfall, durch den Apparat beseitigt, aber später wiederkehrend; Nachmittags ebenfalls durch comprimirte Luft beseitigt. Am 17. kein Anfall mehr. Seitdem Husten. Die Untersuchung der Brust ergiebt, dass die untere Lungengrenze wieder um die Breite eines Intercostalraums erweitert ist; hier und da hört man Pfeifen.

1. Febr. 1875. Seit dem 16. Dec. kein Asthma mehr. Ich bemerke, dass Pat. seit langen Jahren gewöhnt ist, allabendlich Salpeterpapier anzuzünden, und dass er regelmässig, so oft er es früher durch Zufall unterlassen hatte, mit einem heftigen asthmatischen Anfall gegen Mitternacht aufwachte. Seit dem Beginn der Kur hat Pat. gleichfalls mit Salpeterpapier allabendlich geräuchert. Mehrere Male versuchte er, ohne Salpeterräucherung zu schlafen; er schlief dann die Nächte gut, erwachte aber Morgens zwischen 5—6 Uhr mit einem gewissen unbehaglichen Gefühl, das er nicht näher zu beschreiben vermag, das aber nicht als Asthma sich äusserte. Ich rieth ihm deshalb das Salpeterpapier weiter zu gebrauchen. Pat. ist vollkommen gesund und geht seinen Geschäften mit Eifer nach. Husten ist geschwunden. Keine Spur von Dyspnoë, auch nicht beim Treppensteigen und beim Heben schwerer Waarenballen. Pat. hatte vor 14 Tagen starken Schnupfen 8 Tage lang, trotzdem keine Andeutung von Asthma. Die Untersuchung am 1. Febr. ergiebt wieder vollkommen normale Lungengrenzen. Ueberall reines vesiculäres Athmen, nur links hinten unten etwas Pfeifen. Vitale Capacität 2700 Ccm. Inspirationszug 104 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Auch in den folgenden Wochen ist Pat. vollkommen gesund. Er versucht zwei Nächte hinter einander ohne Salpeterpapier zu schlafen, in der ersten Nacht keinerlei Störung, in der zweiten gegen Morgen unbehagliches Gefühl, kein Asthma.

Pat. hat somit den äusserst schweren Winter, welcher vielen Asthmatikern so verhängnissvoll wurde[1]), in einem so vorzüglichen Gesundheitszustande zugebracht, wie niemals auch nur annähernd während seines ganzen Lebens. Er sagte mir bei seinem letzten Besuche am 15. März, dass er und seine Familie fast schon vergessen hätten, dass er überhaupt noch an Asthma leide. Indess in der Nacht vom 7. zum 8. März trat von neuem ein leichter Anfall auf, der aber am folgenden Tage während der Kur schwand. In derselben Nacht hatten auch andere von meinen Asthmatikern gleichfalls Anfälle, es war der plötzliche Umschwung des Wetters — Thauwetter nach langer Kälte, Südwind nach lange herrschendem Ostwind — eingetreten. Pat. befindet sich wieder vollkommen gesund. Lungen- und Lebergrenzen normal. Ueberall am Thorax reines vesiculäres Athmen. Vitale Capacität 2900 Ccm. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Er hat während des ganzen Winters den pneumatischen Apparat gebraucht und stieg auf je 4 Cylinder comprimirte und verdünnte Luft täglich, zu $^1/_{60}$—$^1/_{40}$ Atmosphärendruck von beiden.

20. Asthma nervosum. Emphysem. 12. Novbr. 1874. v. d. Mrw,, Offizier, 23 Jahre alt, wurde mir von Herrn Oberstabsarzt Dr. Fischer zur

1) Zwei mir bekannte Asthmatiker starben in diesem Winter während des Anfalls. Von dem einen ist die Krankengeschichte (Fall 14) oben mitgetheilt. Dass atmosphärische Einflüsse wirken, ist sicher; aber unbekannt, wie? Vergl. oben die Anmerkung auf S. 406.

Behandlung überwiesen. Er leidet seit dem Feldzuge 1871 an Asthma. Dem schriftlichen Berichte des Herrn Collegen zufolge sind „die Anfälle anfangs in langen Pausen, nach Verlauf von 1 Monat und darüber, wiedergekehrt, in letzter Zeit aber sehr häufig, schon nach wenigen Tagen. Dauer derselben anfangs 5—10 Stunden, jetzt bis zu 2 Tagen. Causalmomente sind nicht aufzufinden gewesen. Beginn des Anfalls gewöhnlich in den frühen Morgenstunden. Die Intervalle sind ganz frei." Kein Husten.

Grosser Wuchs. Mässig kräftig gebaut. Brust gut gewölbt. Die Lungen überdecken das Herz und reichen in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft (2, später 3 Cylinder), dazwischen Exspiration in verdünnte Luft (3, später 4 Cylinder); innerlich Solutio Fowleri.

Am 14. Dec. Beendigung der Kur. Pat. hat während der ganzen Zeit auch nicht die mindeste Andeutung eines asthmatischen Anfalls gehabt. Keine Spur von Dyspnoë: Pat. kann die Treppen ohne Anstrengung schnell hinauf laufen. Herz nicht mehr von Lunge überdeckt. Lungengrenzen normal. Vitale Lungencapacität 4000 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

Pat. reist in seine Heimath und gebraucht daselbst vom 26. December an den pneumatischen Apparat in bisheriger Weise (je 4 Cylinder Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft). Am 25. Januar stellt er sich mir wieder vor. Es ist seit dem Beginn der Kur, also seit $2\frac{1}{2}$ Monaten, kein asthmatischer Anfall aufgetreten, auch nicht einmal eine Mahnung an denselben. Pat. fühlt sich vollkommen gesund. Keine Spur von Dyspnoë auch bei Anstrengungen. Vollkommen normale Lungengrenzen. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 4050 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspiratiousdruck 140 Mm.

Pat. geht für den Rest des Winters nach Oberitalien.

Heute am 10. April, während ich die Correctur dieses Blattes lese, erhalte ich die Nachricht, dass Pat. bis jetzt von Anfällen gänzlich verschont geblieben ist und sich vollkommen wohl fühle.

21. Emphysema senile. 10. August 1874. Cl., Stadtsecretär, 74 Jahre alt. Seit 2—3 Jahren Luftbeklemmung Tag und Nacht, muss oft Nachts aufstehen und die Fenster öffnen wegen Dyspnoë. Auch Athemnoth beim Treppensteigen und schnellen Gehen. Zeitweise Husten. Appetit und Stuhlgang gut.

Sehr rüstiger, kräftig gebauter Greis. Puls 66, ziemlich gut gespannt, voll, nicht rigide. Ectatischer Thorax. Lungen bis nahe zum Rippenrand und über das Herz hinaus ausgedehnt. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Herztöne rein, aber leise. Vitale Capacität 2500 Ccm. Inspirationszug 34 Mm. Exspirationsdruck 32 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft 1, später 2 Cylinder; darauf Exspiration in verdünnte Luft 2, später 3 Cylinder.

Auffallend rasche Besserung, vom ersten Tage beginnend. Schon nach wenigen Tagen fehlt jede Spur von Beklemmung, Pat. schläft Nachts gut und steigt Treppen ohne Mühe. Er fühlt sich vollkommen gesund und hört deshalb schon nach 10 Tagen unter meiner Zustimmung mit der Kur auf.

Bei der am 20. August vorgenommenen Untersuchung der Brust konnte ich keine Abnormität der Lungengrenzen mehr constatiren. Vitale Capacität 2700 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm

Nach mehreren Wochen liess mir Herr C. mittheilen, dass er sich fortdauernd wohl befinde.

Schliesslich verweise ich noch auf die vorzügliche, von Sommerbrodt[1]) mitgetheilte Casuistik, welche höchst glänzende Heilerfolge aufweist, so wie auf die von Störk[2]) veröffentlichten nicht minder bemerkenswerthen Fälle.

Phthisis pulmonum.

Bei der Lungenschwindsucht liegt das, was wir durch die pneumatische Therapie zu erreichen im Stande sind, in weit bescheideneren Grenzen als beim Emphysem. Wir werden immer nur symptomatisch, niemals radical gegen den vorgeschrittenen Krankheitsprocess selbst zu wirken vermögen. Ein ulcerativer Process, oder gar eine Resorption käsiger Materie wird durch die pneumatische Behandlung nicht gehemmt; wo ersterer im schnellen Fortschreiten begriffen, oder wo sogar schon letztere im Gange ist (Combination der Phthisis mit Tuberculose), werden wir nichts erzielen.

Und dennoch ist das, was wir durch den pneumatischen Apparat häufig zu bewirken vermögen, immer noch erheblich genug, um zu demselben, wo irgend möglich, unsere Zuflucht zu nehmen. Auch bei Phthisikern übt die comprimirte Luft die gleiche mechanische Wirkung auf die Lungen und die Respiration aus, wie ich sie oben[3]) ausführlich beschrieben. Hierdurch leistet sie sehr wichtige Dienste gegen manche Krankheitssymptome und gerade am meisten gegen diejenigen, welche die quälendsten und verderblich-

---

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 15 und 31. 1874.
2) Wiener med. Wochenschr. No. 39 und 40. 1874.
3) Vergl. S. 199 ff.

sten sind. Die comprimirte Luft wirkt zunächst der Dyspnoë entgegen. Auch erleichtert sie meist die Expectoration und mildert den Husten. Sodann erhöht sie die vitale Lungencapacität und die Athemkraft, erweitert somit den Raum für die noch gesunden Lungenpartien, vergrössert ihre Wirksamkeit, und veranlasst dadurch die noch gesunden Lungenlappen gleichsam zu einer compensirenden Thätigkeit für die kranken. Dauert der Krankheitsprocess fort und lässt er sich durch andere Mittel nicht beseitigen oder aufhalten, so erhält der Organismus wenigstens Zeit, denselben besser zu ertragen und, wo es möglich, seinen Ablauf ohne zu grosse Schwächung zu überdauern. Auf diese Weise erkläre ich mir, dass ich in manchen Fällen überraschend günstige und zwar nicht nur vorübergehende, sondern selbst andauernde Heilresultate erhielt, obgleich ich mir bei dem bereits vorgeschrittenen Krankheitsprocesse sagen musste, dass die pneumatische Therapie gegen diesen selbst kaum etwas hat leisten können.

Am günstigsten sind diejenigen Fälle für die pneumatische Behandlung, welche ganz fieberlos oder nur mit geringem Fieber langsam verlaufen und sich noch im ersten, rein entzündlichen Stadium befinden. Hier ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass die comprimirte Luft durch Druck auf die Lungencapillaren direct entzündungswidrig wirkt, also nicht nur der indicatio symptomatica, sondern selbst der indicatio morbi genügt. In der That habe ich in mehreren solchen Fällen eine fast radicale nachhaltige Wirkung erzielt: nicht nur dass alle subjectiven Symptome sich verminderten oder schwanden, dass die vitale Capacität und die Athemkraft bis zu der Höhe normaler Werthe sich steigerten, auch die Percussion und Auscultation lieferte die unzweifelhaftesten Beweise der Besserung oder vorläufigen Heilung. Auf wie lange? das weiss ich freilich nicht. In vielen Fällen jedoch konnte ich nach Monaten oder länger als 1 Jahr den fortdauernden guten Gesundheitszustand constatiren.

Nicht minder günstig für die pneumatische Behandlung sind diejenigen Fälle von Phthisis, welche sich in rückschreitender Entwicklung befinden, bei denen die active Entzündung oder selbst der ulcerative Process abgelaufen und nur noch die Folgen — nament-

lich cirrhotische Verdichtungen im Lungengewebe meist mit circumscripten atelektatischen Heerden und mit Bronchitis gepaart — bestehen. Hier ist meist die Dyspnoë noch erheblich, der Husten oft stark, Abmagerung und Mattigkeit dauern nicht selten noch fort. In solchen Fällen leistet die comprimirte Luft vorzügliche Dienste, indem sie die Dyspnoë beseitigt, den Husten vermindert, Athemraum und Athemkraft vermehrt. Auch hier weist die Percussion häufig eine Verminderung oder selbst ein Schwinden der Dämpfung nach, die Auscultation ergiebt an Stelle des früheren bronchialen und unbestimmten Athmens mit Rasselgeräuschen das Aufhören dieser letzteren und normales vesiculäres Athmen; endlich zeigt die Inspection an, dass die früher eingesunkenen und wenig beweglichen oberen Thoraxpartien nunmehr gut gewölbt erscheinen und bei tiefer Inspiration sich ergiebig bewegen. Es ist hier demnach Lungengewebe functionsfähig geworden, welches es früher nicht war.

Am wenigsten günstig sind die subacut verlaufenden Fälle mit schnell vorschreitendem Ulcerationsprocess. Hier vermag die pneumatische Kur, wie gesagt, das Fortschreiten des Leidens nicht zu hemmen; die dennoch zuweilen eintretenden bemerkenswerthen Erfolge habe ich oben zu erklären versucht. Bei acutem Verlaufe endlich oder wo, den Symptomen nach zu urtheilen, bereits Miliartuberculose mit der käsigen Pneumonie sich combinirte, habe ich auf die Anwendung des pneumatischen Apparats überhaupt verzichtet. Ausserdem muss ich bemerken, dass alle diejenigen Phthisiker, welche ich mit der in Rede stehenden Methode behandelte, sämmtlich noch ambulant waren. In Fällen, wo die Kranken bereits ans Zimmer oder sogar ans Bett gefesselt waren, habe ich bisher den Apparat mit Fleiss nicht angewendet, um dessen Wirkung bei der Aussichtslosigkeit eines Erfolges nicht in Misscredit zu bringen, und um den Kranken nicht eine Anstrengung zu bereiten, die möglicherweise grösser sein konnte, als der etwaige Nutzen.

Aus diesem Umstande erklärt es sich auch, dass die von mir bei Phthisikern erzielten Erfolge im ganzen befriedigend sind, wenn auch nicht so bedeutend, dass sie zu einem Enthusiasmus

aufmuntern könnten. Ich kann sagen: ich habe eine Anzahl von Fällen gebessert oder vorläufig geheilt. Diese Fälle bilden nicht die Mehrheit, aber sind doch relativ zahlreich genug, um das Verhältniss der sonst bei Phthisis gewohnten Erfolge weitaus zu übertreffen[1]). Andere Fälle wurden vorübergehend symptomatisch gebessert, ohne dass ein Stillstand des Krankheitsprocesses sich bemerklich machte. In anderen Fällen endlich konnte ich überhaupt keinen irgend wie nennenswerthen Nutzen erzielen. Ich bin ausser Stande, irgend ein Zahlenverhältniss anzugeben[2]), und kann mich nur ganz allgemein ausdrücken. Nur das muss ich hervorheben, dass die gänzlichen Misserfolge gegen die günstigen sei es nachhaltigen, sei es vorübergehenden Wirkungen zurücktreten, wenigstens nicht so sehr überwiegen, dass sie nicht das Gesammtergebniss der pneumatischen Therapie bei Phthisis doch noch als ein sehr befriedigendes erscheinen lassen.

Bei der Lungenschwindsucht mehr noch als bei den anderen Krankheiten verlasse man sich aber durchaus nicht auf die pneumatische Behandlungsmethode für sich allein. Da diese hier nur symptomatisch wirkt, so vernachlässige man ja nicht den übrigen uns zu Gebote stehenden Heilschatz, ganz besonders die locale Therapie, und die diätetischen Vorschriften. In den von mir beobachteten Fällen bin ich auch weit entfernt, die erzielten Erfolge allein auf Rechnung der pneumatischen Therapie zu setzen, sondern bringe sehr wesentlich auch die übrige Behandlung in Anschlag. Auf erstere beziehe ich mit Sicherheit nur diejenigen Erfolge, welche sich direct aus den mechanischen Wirkungen des pneumatischen Apparats, die er mit keinem anderen Heilmittel theilt, ergeben.

---

1) Dass die Phthisis überhaupt heilbar, ist zum Glück keine streitige Frage mehr, und es gereicht mir zur Befriedigung, selbst nicht am wenigsten mit dazu beigetragen zu haben, dass das jede ärztliche Thatkraft lähmende Dogma von der Unheilbarkeit der Phthisis endlich beseitigt ist. Vergl. Waldenburg: Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht und Scrofulose etc. S. 533; ferner Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc. S. 511.

2) Vergl. oben S. 360.

In betreff der Haemoptysis verweise ich auf das schon früher Gesagte[1]). Einige hierhergehörige Fälle werden in der Casuistik mitgetheilt werden.

Auch was den phthisischen Habitus betrifft, bei welchem ich die pneumatische Therapie — comprimirte sowohl wie verdünnte Luft zur Inspiration — ganz besonders indicirt halte, verweise ich auf das früher Dargelegte. Dass ich hier keine Beweise für die Nützlichkeit der pneumatischen Behandlung beizubringen vermag, in der Weise, dass durch sie Phthisis wirklich verhütet wurde, ist selbstverständlich; denn wenn bisher auch noch keine Phthisis auftrat, so ist keine Garantie vorhanden, einerseits dass sie nicht dennoch später sich einstellt, andererseits dass sie ohne jene Therapie in Wirklichkeit gekommen wäre. Ich kann hier also nur das hervorheben, dass ich mehrere jugendliche Individuen mit hereditärer Anlage zur Phthisis und mit phthisischem Habitus pneumatisch behandelt und ihre Constitution wesentlich verbessert habe: ihr Thorax wurde gewölbter, ihre Muskelkraft nahm zu, vitale Lungencapacität und pneumatometrische Werthe wuchsen zur Norm, ja oft selbst zu den höchsten Graden der Norm an. Uebrigens theile ich unten einen Fall mit, bei welchem die Erscheinungen des sogenannten Spitzencatarrhs, ohne percussorisch nachweisbare Dämpfung, vorhanden waren, und wo ein sehr günstiger Erfolg durch die Behandlung erzielt wurde.

Was die Art der Behandlung bei Phthisis betrifft, so habe ich dieselbe bereits[2]) ausführlich dargelegt. Sie besteht grösstentheils in Inspirationen comprimirter Luft. Wo der Kräftezustand des Patienten es erlaubt, und namentlich wo Haemoptoë nicht zu fürchten ist, ferner regelmässig bei phthisischem Habitus und noch nicht manifester Phthisis combinire ich regelmässig damit Inspirationen verdünnter Luft.

Casuistik.

22. Phthisis pulmon. 14. Oct. 1873. Frau Kn., 21 Jahre alt, seit 2½ Jahren verheirathet; Mutter und Bruder starben an Phthisis. Seit dem

1) Vergl. S. 328.
2) Vergl. S. 326 und 337 ff.

April 1873 trockener Husten, Stechen im Halse, oft belegte Stimme, merkliche Abmagerung. Appetit, Stuhlgang, auch Menstruation bisher regelmässig.

Pat. stellt sich mir zuerst am 22. August 1873 vor. Sehr blasse Gesichtsfarbe. Ziemlich abgemagert. Brust sehr schmal und flach. In der Fossa supra- und infraclavicularis sinistra, so wie auch an den oberen Partien des Rückens linkerseits Dämpfung des Percussionsschalls; ebendaselbst ziemlich reichliche Rasselgeräusche bei vesiculärem Athmen. Die laryngoscopische Untersuchung ergiebt: intensive Röthung an der hinteren Larynxwand zumal über den Aryknorpeln, Erosion an der ersteren linkerseits.

Ich verordnete zunächst: Milchkur, trockene Schröpfköpfe auf den oberen Theil der linken Brustseite, Speckeinreibungen, Inhalationen von Kochsalz mit Glycerin (2,5 Kochsalz; 500,0 Aqua; 25,0 Glycerin). Ferner touchirte ich den Larynx mit einer wässerigen Tanninlösung.

14. Oct. 1873. Unter dieser Behandlung war der Husten milder geworden und das Larynxleiden fast vollständig geschwunden, indem die Stimme sich nur noch selten belegte, der Schmerz ganz aufhörte und der Kehlkopfspiegel eine vollkommene Heilung der Erosion und Verminderung der Röthung nachwies. Indess war weder der Husten noch die Abmagerung gewichen, und die Untersuchung der Brust ergab Status idem. Vitale Lungencapacität und namentlich die pneumatometrischen Werthe waren noch sehr niedrig. Erstere betrug 1650 Ccm. Inspirationskraft 26 Mm. Exspirationsdruck 30 Mm.

Von nun an fügte ich zu der bisherigen localen Behandlung Inspirationen comprimirter Luft hinzu, die anfangs fast täglich, später seltener ausgeführt wurden (zuerst $^1/_{80}$ Atmosphärendruck, dann sehr bald auf $^1/_{60}$ Atmosphärendruck steigend und dabei bleibend), im Ganzen 47 Sitzungen bis zum 30. December, wo die Kur beendet wurde.

Schon am 1. November war die vitale Capacität auf 2200 Ccm., der Inspirationszug auf 56 Mm., der Exspirationsdruck auf 60 Mm. gestiegen. Der Husten war bereits auf einen sehr geringen Grad reducirt, und die Kranke gab an, sich vollkommen wohl zu befinden.

Am 15. November. Vollkommenstes subjectives Wohlbefinden. Das Aussehen hat sich wesentlich gebessert. Husten kaum mehr merklich. Im Larynx nur noch eine leichte Wulstung an der hinteren Larynxwand. Vitale Lungencapacität 2250 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 65 Mm.

Am 30. December Beendigung der Kur. Die Kranke sieht blühend aus, ist am Körper wieder so voll wie in gesunden Zeiten und fühlt sich so kräftig wie nie zuvor. Keine Spur von Husten oder Halsschmerz. Nur noch zuweilen Stimme etwas belegt. Die Percussion vermag keine Dämpfung mehr zu entdecken; ebenso erscheint bei der Auscultation das Athmungsgeräusch überall rein vesiculär ohne irgend welche Rasselgeräusche. Die hintere Larynxwand ist noch etwas wulstig. Vitale Lungencapacität 2275 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 85 Mm.

Dieser Fall war für mich selbst so überraschend, die Heilung, wenn

auch nur vorläufig, eine so vollständige, dass ich fast an der Richtigkeit meiner ersten Diagnose gezweifelt hätte, lägen mir nicht meine Aufzeichnungen über den Befund während der verschiedenen Krankheitsstadien vor. Die Heilung war hier keine einseitige, sondern trat in sämmtlichen subjectiven und objectiven Symptomen aufs unzweideutigste hervor. Ausserdem ist bemerkenswerth, dass sie gerade zu einer Jahreszeit hervortrat, die der Phthisis nicht gerade günstig ist. Die Kranke war dabei regelmässig ausgegangen, indem sie die Kur in meiner Behausung brauchte.

Jeder etwa mögliche Zweifel an der Diagnose wurde übrigens später noch in trauriger Weise beseitigt.

Am 18. Mai 1874 suchte Pat. von neuem meine Hilfe auf. Sie war den Winter über vollkommen gesund und kräftig geblieben, fühlt sich auch jetzt nicht sonderlich angegriffen, ist aber wieder etwas abgemagert. Der Husten war bis vor vier Wochen vollständig geschwunden gewesen, ist auch jetzt nur gering, ohne Auswurf. Dagegen besteht seit zwei Monaten wieder Heiserkeit und zwar in stärkerem Grade als das Jahr zuvor. Das Laryngoscop zeigt starke Schwellung beider Stimm- und Taschenbänder, letztere ulcerirt; desgleichen Ulceration mit einer Umwallung von Excrescenzen an der hinteren Larynxwand.

Die Percussion ergiebt Dämpfung der rechten oberen Lungenpartien, die Auscultation hinten rechts oben bronchiales Athmen, vorn rechts oben vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. An der linken Seite, welche bei der ersten Behandlung die allein kranke war, zeigt weder Percussion noch Auscultation irgend eine Abnormität: der Percussionsschall ist sonor und tief, das Athmungsgeräusch rein vesiculär ohne Rasselgeräusche. Vitale Capacität 1800 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Der Zustand war jetzt bei weitem bedenklicher als das Jahr zuvor, indem die Phthisis laryngis als eine sehr hochgradige Affection in den Vordergrund trat. Diese zur Heilung zu bringen, konnte kaum noch gehofft werden, und hiermit schwand die Aussicht, durch die comprimirte Luft, selbst wenn durch sie das Lungenleiden noch einmal gebessert werden könnte, etwas erkleckliches und nachhaltiges zu leisten.

Diese schlimme Prognose bestätigte sich denn auch. Trotz wieder aufgenommener localer Behandlung (Touchirung des Larynx mit Tannin, Inhalationen mit Alaun) und Gebrauch der comprimirten Luft wurde eine wesentliche Besserung nicht erzielt. Ich wandte das Verfahren jedoch nur sehr kurze Zeit — im ganzen nur 10mal — an, um der Pat. möglichst früh den Genuss der Landluft zugänglich zu machen. Ich schickte sie nach Charlottenbrunn, wo sie mehrere Wochen blieb. Ich sah sie nur noch einmal am 10. Juli nach ihrer Rückkehr. Der Zustand hatte sich wesentlich verschlimmert, namentlich hatte das Larynxleiden Fortschritte gemacht; daneben Abmagerung und grosse Mattigkeit. Weiteres habe ich nicht wieder von ihr gehört.

23. Phthisis pulm. 26. Sept. 1873. Schrt., Banquier, 21 Jahre alt, consultirt mich zuerst am 1. August 1873. Vor 10 Jahren nach einem Sturz über eine Bank war Haemoptoë aufgetreten, ohne weitere Folgen. Vor 2½ Jahren Haemoptysis wiederholt, 6 Wochen mit Unterbrechung andauernd. Erst seit ½ Jahr besteht anhaltender Husten mit Brustschmerzen und Reiz im Halse. Pat. kommt eben aus Salzbrunn zurück, wo sich die Beschwerden verloren haben. Jetzt seit einigen Tagen sind indess die Schmerzen besonders in der linken oberen Brustgegend wieder zurückgekehrt.

Pat. ist von schwächlicher Constitution; Brust wenig gewölbt; die Supra- und Infraclaviculargruben ziemlich markirt, bei tiefer Inspiration sich wenig hervorwölbend, und zwar die linke Seite weniger als die rechte. Beiderseits oben geringe Dämpfung, links ausgesprochener als rechts; beiderseits oben unbestimmtes Athmungsgeräusch.

Ich verordnete vorläufig nur Application trockner Schröpfköpfe und Einreibungen mit Stokes'schem Liniment.

Am 26. Sept. 1873 stellt sich mir Pat. von neuem vor. Die Schmerzen hatten sich anfangs etwas gebessert, kehrten aber bald zurück und sind seit 14 Tagen in der rechten Brusthälfte, bald mehr oben bald mehr unten, besonders heftig. Seit 14 Tagen hat sich der fast geschwundene Husten wieder eingestellt. Im übrigen befindet sich Patient wohl.

Die Untersuchung der Brust ergiebt eine wesentliche Veränderung gegen den Befund vom 1. August. Die rechte Infraclaviculargrube wölbt sich weniger bei tiefer Inspiration als die linke, auch die Dämpfung tritt rechts stärker hervor als links. Beiderseits oben unbestimmtes Athmungsgeräusch. Puls 90. Vitale Lungencapacität 3300 Cm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 80 Mm.

Ich verordnete von neuem trockene Schröpfköpfe, liess mit den Terpenthin-Einreibungen fortfahren, ausserdem eine schwache Alaunlösung (½ pCt.) inhaliren und nunmehr täglich comprimirte Luft ($^1/_{60}$ Atm., auf $^1/_{48}$ allmälig steigend) inspiriren.

Am 9. Oct. Vitale Capacität 3550 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Am 17. Oct. Vitale Capacität 3800 Ccm. Inspirationszug 104 Mm. Exspirationsdruck 102 Mm.

Am 31. Oct. Vitale Capacität 4000 Ccm. Inspirationszug 112 Mm. Exspirationsdruck 116 Mm.

Die Brustschmerzen wichen schon in den ersten Tagen und kehrten später nicht wieder. Der Husten war bereits Mitte October auf ein leichtes seltenes Hüsteln reducirt, welches in den folgenden Tagen gleichfalls schwand. Am 18. Oct. war bereits die Dämpfung beiderseits viel weniger ausgesprochen als zuvor, und man hörte überall am Thorax vollkommen reines vesiculäres Athmen. Am 31. Oct., an welchem Tage Pat. aus der Kur entlassen wurde, ist kein subjectives Krankheitssymptom mehr vorhanden. Pat. sieht blühend aus und fühlt sich so kräftig wie je zuvor. Eine Dämpfung ist links oben gar nicht mehr, rechts oben nur noch bei genauester Aufmerksamkeit zu constatiren. Ueberall besteht reines vesiculäres Athmen.

24. Phthisis pulm. Pleuritis sicca. 26. Sept. 1873. Rdv., Stud. med., 23 Jahre alt. Scheint hereditär zur Phthisis disponirt, da auch der Bruder an der gleichen Affection erkrankt ist. War im Seebade und hatte daselbst vor 3 Wochen Haemoptoë, die sich innerhalb 3 Tagen 5 mal wiederholte. Seitdem leidet Pat. an Kurzathmigkeit, zudem seit einer Woche an Brustschmerzen in der rechten Seite und auch an Husten, der theils trocken ist, theils im Wasser untersinkende Sputa zu Tage fördern soll. Uebriges Befinden ziemlich gut.

Status praesens am 26. Sept. 1873. Mittlerer Wuchs. Mittelkräftige Constitution, Thorax mässig gewölbt. Die rechte Infraclaviculargrube hebt sich bei tiefer Inspiration weniger als die linke; Fremitus an der ersteren verstärkt. Sowohl vorn als hinten am rechten oberen Lungenlappen leichte Dämpfung des Percussionsschalls und unbestimmtes Athmungsgeräusch. An der hinteren rechten Thoraxwand unten Reibungsgeräusch, keine Dämpfung. Es besteht also neben der beginnenden Phthisis eine Pleuritis sicca.

Ich verordnete zunächst blutige und trockene Schröpfköpfe und begann erst am 29. Sept. die pneumatische Behandlung, bestehend in Einathmungen condensirter Luft (anfangs zwei Cylinder, allmälig auf 6 Cylinder gestiegen. Druck $^1/_{60}$ Atm. bis $^1/_{50}$ Atm.). Später liess ich auch einen Cylinder verdünnte Luft ($^1/_{240}$ Atmosphärendruck) inspiriren, vorausgegangen und gefolgt von comprimirter Luft.

	Vitale Capacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
Am 29. September	2600 Ccm.	40 Mm.	64 Mm.
8. October	3000 -	70 -	86 -
17. -	3000 -	110 -	118 -

Am 1. Tage bedurfte Pat. 18 Athemzüge für eine Cylinderfüllung, am 8. Oct. 14, und am 17. Oct. nur 11 Athemzüge.

Gleichzeitig mit der Steigerung der pneumatometrischen und spirometrischen Werthe bessert sich auch das subjective Befinden: Pat. fühlt sich kräftiger, Dyspnoë und Brustschmerzen hören bald gänzlich auf, Husten wird immer geringer.

Am 18. October befindet sich Pat. vollkommen wohl und so kräftig wie je zuvor; er hustet nicht mehr, hat auch beim schnellsten Treppensteigen kaum Athemnoth oder Brustschmerzen. Nur des Morgens besteht noch etwas Räuspern. Die Untersuchung der Brust ergiebt eine fast gleichmässige Wölbung beider oberer Lungenpartien bei tiefer Inspiration, während in der Ruhe die rechte Seite etwas flacher erscheint. In der rechten Infraclaviculargrube ist noch geringfügige Dämpfung wahrnehmbar, hinten dagegen keine Differenz mehr zu entdecken. An die Stelle des früheren unbestimmten Athmens ist vesiculäres Athmen getreten, jedoch mit verlängertem Exspirationsgeräusch verbunden. Vom Reibungsgeräusch ist nur noch eine geringe Spur hörbar.

Am 19. Oct. wirft Pat. ein wenig Blut aus, befindet sich dabei aber vollkommen wohl. Kein Husten. Die Kur wird einige Tage unterbrochen, dann wieder aufgenommen, aber nur mit Einathmungen comprimirter Luft; das Einathmen der verdünnten Luft wird gänzlich untersagt.

Es tritt nun keine weitere Störung im Fortschreiten der Besserung ein. Am 26. November Beendigung der Kur. Vollkommenes Wohlbefinden. Die Brust ist sichtlich besser als zuvor gewölbt; die rechte Infraclaviculargrube ist zwar immer noch etwas flacher als die linke, hebt sich aber vollkommen symmetrisch bei tiefem Athmen. Eine Verstärkung des Fremitus rechts ist kaum mehr zu entdecken. Die Percussion vermag keine Dämpfung mehr nachzuweisen. Ueberall hört man reines vesiculäres Athmen, nur rechts unten noch etwas Reibungsgeräusch. Die vitale Lungencapacität ist auf 3200 Ccm. gestiegen, der Inspirationszug auf 120 Mm., der Exspirationsdruck auf 140 Mm. Pat. vermag in 8 Athemzügen eine Cylinderfüllung zu entleeren.

Er geht für den Winter mit seinem kranken Bruder nach Meran. Im Frühjahr 1874 kehrt er wieder zurück und stellt sich mir am 4. Juni vor. Er sieht blühend und kräftig aus und hat während seines Aufenthalts in Meran 10 Pfund an Gewicht zugenommen (von 124 auf 134 Pfund). Er hat sich während der ganzen Zeit bis auf eine anfangs Januar recidivirende leichte Haemoptysis vollkommen wohl befunden. Nur Morgens leichter Husten mit Auswurf geballter Sputa. Die rechte Infraclaviculargrube ist gegen die linke abgeflacht und leicht gedämpft. Ueberall vesiculäres Athmen, hinten rechts oben mit verlängerter Exspiration. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 140 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm. Pat. athmet noch zeitweise die comprimirte Luft ein. Er studirt während des ganzen Sommersemesters hier in Berlin ohne Unterbrechung und ist frei von allen Beschwerden. Nur des Morgens räuspert er noch geringe Sputa aus.

1. August 1874. An seinem Thorax erscheint zwar noch bei ruhiger Athmung die rechte Infraclaviculargrube etwas flacher als die linke; sie wölbt sich indess bei tiefer Inspiration gleich gut wie die linke Seite. Der Thorax ist im übrigen so vorzüglich gewölbt, wie nur beim kräftigsten Thorax zu beobachten. Oberer Brustumfang beträgt 91 Ctm., während er bei der ersten Untersuchung im vorigen Jahre — wo ich das Messen leider unterliess — sicherlich nicht viel über das Minimum des militärischen Maasses (etwa 86— 88 Ctm.) dem subjectiven Ermessen nach hinausging. Die Brustbeweglichkeit beträgt 5,5 Ctm., also der Norm sich nähernd. Percussion ergiebt noch unter der rechten Clavicula eine geringfügige Dämpfung. Athmungsgeräusch überall rein vesiculär, nur in der Fossa supraspinata dextra mit verlängerter Exspiration. Vitale Lungencapacität 3300 Cm. Inspirationszug 155 Mm. Exspirationsdruck 200 Mm.

25. Phthisis pulmonum. 7. November 1873. Schlb., Sattler aus Amerika, 28 Jahre alt. Hatte vor 2 Jahren einige Monate lang Husten. Derselbe ging vorüber, kehrte aber im September vorigen Jahres wieder und dauert seitdem permanent mit sich steigernder Heftigkeit an. Im November vorigen Jahres zum ersten Male Haemoptysis, welche sich seitdem häufig wiederholte, zuletzt vor 8 Tagen auf dem Dampfschiff während der Reise hierher. Auch heute etwas Blut im Auswurf. Pat. hat häufig Frösteln und Hitze gehabt. Er ist stark abgemagert, wird

dyspnoëtisch beim Treppensteigen und schnellen Gehen. Appetit gut. Stuhlgang retardirt.

Status praesens: Thorax lang, wenig gewölbt. Linke Infraclaviculargrube eingesunken, sich weniger wölbend als rechts; auch rechte Fossa supra- und infraclavicularis vertieft. Beide obere Lungenpartien stark gedämpft, links in stärkerem Grade als rechts. Vorn oben rechts vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, dagegen hinten oben rechts so wie überall links oben bronchiales Athmen. Vorn links oben etwas Crepitiren, sonst beiderseits oben mittelblasiges Rasseln. Vitale Lungencapacität 2250 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Therapie: Inspirationen comprimirter Luft; Leberthran; Inhalation von Tannin (½ pCt.); Einreibung der Brust mit Stokes'schem Liniment.

Pat. gebraucht die Kur bis zum 5. Februar 1874.

	Vitale Capacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
15. November	2250 Ccm.	100 Mm.	120 Mm.
4. Januar	2500 -	120 -	130 -
5. Februar	2800 -	138 -	140 -

Der Zustand hat sich während der Kur, abgesehen von einzelnen intercurrenten leichten Exacerbationen, stetig nicht unwesentlich gebessert. Im December und Januar bestand zeitweise leichtes Fieber (37,8—38° C.) und vermehrter Auswurf geballter, zu Boden sinkender Sputa, auch zuweilen geringfügige Haemoptysis. Im ganzen hat der Husten und später auch der Auswurf sich schliesslich bedeutend vermindert. Dyspnoë nur noch unbedeutend beim Treppensteigen. Kein Fieber. Allgemeinbefinden gehoben. Linke Brustseite ist flacher als die rechte, wölbt sich sehr gut bei tiefer Inspiration, aber doch schwächer als die rechte. Die Percussion ergiebt beiderseits oben nur geringe Dämpfung, links in grösserer Intensität und Extensität als rechts. Ueberall vesiculäres Athmen, links oben mit verlängerter Exspiration, beiderseits oben mit mittelblasigem Rasseln.

Pat. geht auf meinen Rath nach Meran. Wie ich später von einem seiner Leidensgefährten hörte, ging es ihm daselbst sehr gut. Weiteres über den Verlauf seiner Krankheit habe ich nicht erfahren.

26. Phthisis pulmonum. 23. December 1873. v. U., Landrath, Eltern gesund, zwei Geschwister des Vaters starben an Phthisis. Im Jahre 1863 trat zuerst Haemoptysis auf. Habituelle Stuhlverstopfung, deretwegen zum öfteren in Kissingen gewesen. Im Jahre 1865 Haomaturie, als Nierenblutung vom Arzt bezeichnet. Im Jahre 1867 und 1868 wiederholte sich die Haemoptysis, im Winter 1868/69 war fast alltäglich otwas Blut im Auswurf. Ging nach Soden und später nach Görbersdorf, wo er sich besonders wohl befand. Seit dem Januar 1871 leichte Heiserkeit. Im September 1871 von neuem Haemoptysis. Im Frühjahr 1872 Aufenthalt in Montreux, im Sommer 1872 drei Monate in Görbersdorf. Pat. hustet niemals stark, räuspert aber häufig oder hüstelt.

Am 14. August 1872 consultirt mich Herr v. U. zum ersten Male

Derselbe ist von ziemlich grossem Wuchse, mässig kräftigem Knochenbau, nicht abgemagert. Der Thorax ist wenig gewölbt, die linke Seite unterhalb der Clavicula etwas abgeflacht. Links oben besteht sowohl vorn als hinten Dämpfung, in geringerem Grade auch rechts vorn oben. Beiderseits oben vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Pfeifen. Die hintere Larynxwand ist ulcerirt, die Ulceration erstreckt sich nach dem rechten Stimmbande hin, welches eben so wie das rechte Taschenband angeschwollen ist. Inspirationszug 30 Mm. Exspirationsdruck 45 Mm.

Am 28. October 1872 findet sich Pat. zur Behandlung bei mir ein. Er hatte vor 2 — 3 Wochen wieder etwas Haemoptysis. Seit mehreren Wochen Husten. Im übrigen Status idem. Die Behandlung besteht in Alaun-Inhalationen und Touchiren des Larynx mit Tannin.

Am 15. December 1872 Beendigung der Kur. Allgemeinbefinden gut. Nur noch geringfügiger Husten. Heiserkeit fast ganz geschwunden. Auf der rechten Seite nur noch sehr geringe Dämpfung, auch links Dämpfung vermindert. Verlängerte Exspiration und Pfeifen noch vorhanden. Larynxgeschwür ist geheilt. Hintere Larynxwand und rechtes Stimmband noch etwas wulstig und geröthet.

Am 20. November 1873 stellt sich mir Pat. von neuem vor. Er hat sich während des ganzen Jahres sehr wohl befunden und ist stärker geworden. Husten jedoch ist noch vorhanden und hat sich in letzter Zeit verschlimmert. Stimme ein wenig belegt. Leichte Dyspnoë beim Treppensteigen. Die Percussion ergiebt das gleiche Resultat wie im October vorigen Jahres, desgleichen die Auscultation, nur ist Pfeifen und Schnurren über den ganzen Thorax verbreitet. Hintere Larynxwand gewulstet und geröthet, narbig.

Am 23. December 1873 Status idem. Vitale Capacität 2150 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 50 Mm. Beginn der Kur: Inspirationen comprimirter Luft, später mit vorsichtiger Steigerung auch Inspirationen verdünnter Luft. Ausserdem Inhalationen und Touchiren des Larynx mit Tannin.

Die Kur wird bis zum 25. Januar 1874 regelmässig fortgesetzt. Pat. befindet sich vollkommen wohl und kräftig. Nur zuweilen hatte er Schmerzen in den Brustmuskeln (wahrscheinlich durch die Gymnastik derselben bei der Inspiration verdünnter Luft bewirkt). Keine Spur von Dyspnoë. Kein Husten. Stimme rein. Die Percussion ergiebt keine Spur von Dämpfung mehr. Dagegen sind noch pfeifende und schnurrende Geräusche hier und da am Thorax sowohl an den oberen als an den unteren Partien vernehmbar. Larynx nur noch wenig wulstig, nicht geröthet.

Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

Am 25. Februar 1875 stellt sich mir Herr v. U. wieder vor. Er sieht blühend und kräftig aus, hat auch an Gewicht zugenommen. Er befand sich während des ganzen Jahres vollkommen wohl, bis auf einige

seit kurzem aufgetretene Verdauungsbeschwerden. Stimme normal. Husten nur noch zuweilen vorübergehend bei Erkältungen. Die Percussion ergiebt keine Abnormität. Bei der Auscultation noch beiderseits oben verlängerte Exspiration und hier und da Pfeifen.

Vitale Capacität 2550 Ccm. (Die Verminderung der Vitalcapacität ist vielleicht momentan durch die gerade bestehende Gasauftreibung des Abdomens bedingt) Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

27. Phthitis pulm. et laryng. 24. Januar 1874. Dnt., Ingenieur, 25 Jahre alt. Seit 2 Jahren Husten, anfangs trocken, später mit reichlichem Auswurf; im vorigen Frühjahr angeblich „Lungenentzündung" und dabei Blutspeien gehabt. War im Sommer in Lippspringe, ohne Nutzen. Seit 3 Monaten Heiserkeit und Halsschmerzen. Zunehmende Abmagerung. Appetit schlecht. Stuhlgang regelmässig. Fossae supra- und infraclaviculares eingesunken. Starke Dämpfung beider oberen Lungenlappen, beiderseits oben vorn und hinten bronchiales Athmen. Mässige Abmagerung. Dyspnoë beim Steigen. Puls 108, ziemlich klein und weich. Hintere Larynxwand stark geschwollen, ulcerirt, auch rechter Aryknorpel angeschwollen. Vitale Lungencapacität 1400 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 92 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft; Inhalation von Tannin mit Carbolsäure; Touchiren des Larynx mit Tannin.

Am 27. Februar: Gesundes Aussehen. Subjectives Befinden bedeutend gebessert. Hat sichtlich an Kraft und Fleisch zugenommen. Husten sehr vermindert, desgleichen der Auswurf. Keine Dyspnoë. Stimme weniger heiser, kein Schmerz im Halse. Brust erscheint in ihren oberen Partien besser gewölbt. Dämpfung noch beiderseits oben vorhanden, aber entschieden in geringerer Ausdehnung und in geringerer Intensität als zuvor; übrigens rechts stärkere Dämpfung als links. Bronchiales Athmen ist nur noch vorn rechts oben hörbar; dagegen vorn links oben, so wie beiderseits hinten oben vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Rasselgeräusche überall an den oberen Lungenpartien. Die Ulceration an der hinteren Larynxwand ist geheilt, Schwellung der Schleimhaut so wie des rechten Aryknorpels besteht fort. Vitale Capacität 1675 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Ueber den weiteren Verlauf der Krankheit habe ich nichts erfahren.

28. Phthisis pulmonum. 20. November 1874. Wlm., 26 Jahre alt, Buchdrucker. Angeblich aus gesunder Famile. Seit 3 Monaten Husten, sich allmälig verstärkend, mit mässigem Auswurf. Athem knapp beim Husten, schnellen Gehen und Treppensteigen. Seit ca. 6 Wochen Heiserkeit. Auffallende Abmagerung. Grosse Mattigkeit. Appetit und Stuhlgang regelmässig.

Klein gewachsen. Sehr blasses elendes Aussehen, grosse Abmagerung. Brust ziemlich schmal und flach, Umfang derselben 76 Ctm., Excursion 3 Ctm. Rechte Seite oben beim tiefen Athmen zurückbleibend. Die

rechte Fossa supraclavicularis und infraclavicnlaris bis zur dritten Rippe, so wie die gesammte hintere obere Lungenpartie rechts ist ziemlich stark gedämpft; an den meisten Stellen daselbst hört man bronchiales Athmen, an anderen unbestimmtes Athmen mit verlängerter Exspiration, überall sparsames Rasseln. Links oben gleichfalls geringe Dämpfung, Rasseln, vesiculäres Athmen. Hintere Larynxwand stark wulstig und geröthet. Vitale Lungencapacität 2300 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 85 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft; Inhalation von Tannin mit Carbolsäure; Touchiren des Larynx mit Tannin.

Ich muss gestehen, dass ich es anfangs für kanm möglich hielt, dass Pat. mit einiger Regelmässigkeit zu mir würde kommen können, um die vorgeschriebene Kur zu gebrauchen, und ich schärfte ihm auch ein, bei schlechtem Wetter und wenn er sich zu matt fühle, lieber zu Hause zu bleiben nnd die Kur zu unterbrechen. Dennoch kam er, da er sich sofort in den ersten Tagen wesentlich gebessert fühlte, mit grosser Regelmässigkeit und blieb nur während ganz schlechten Wetters zu Hause. Die ersten 6 Wochen kam er fast täglich, später meist 3mal wöchentlich.

Trotz des selten strengen Winters und obwohl Pat. nicht im Zimmer blieb, besserte sich doch der Zustand stetig, ohne dass auch nur an einem einzigen Tage über eine Exacerbation des Leidens geklagt wurde. Der Husten wurde immer seltener und milder, Expectoration mühelos, Auswurf unbedeutend. Die Dyspnoë verlor sich ganz, so dass Pat. ohne Beklemmung die Treppen hinaufgeht. Heiserkeit ist gewichen; kanm noch zuweilen Stimme etwas belegt. Pat. sieht besser aus, bei weitem nicht mehr so bleich wie früher. Auch scheint er weniger mager als im Herbst zu sein.

Die Untersuchung am 25. Februar 1875 ergiebt: Brustumfang nicht geändert, 76 Ctm. Excursion 3,5 Ctm. Keinerlei Asymmetrie in der Brust mehr wahrnehmbar, auch nicht bei tiefer Inspiration. In der Fossa infraclavicularis sinistra neben dem Sternnm ist nur noch eine sehr geringfügige Dämpfung wahrnehmbar, sonst auf der linken Seite nirgends. Dagegen ist noch merkliche Dämpfung vorhanden im ersten Intercostalranm und in der Fossa supraspinata rechterseits. Im rechten ersten Intercostalraum hört man bronchiales Athmen, im zweiten Intercostalranm, so wie rechts hinten oben und links oben vorn sowohl wie hinten vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und sehr sparsamem Rasseln. Die Röthung und Schwellung an der hinteren Larynxwand ist gewichen, nur erscheint dieselbe noch ein wenig wulstig. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

29. Phthisis pulm. 3. December 1874. Wlk., Eisenbahnbeamter, 34 Jahre alt, wird mir von Herrn Collegen Dr. Baer zur Behandlung überwiesen. Vor 2½ Jahren Blutsturz, ca. ¼ Liter Blut entleert. Seitdem Husten mit Auswurf, zum öfteren mit etwas Blut gemischt; zuletzt starke Haemoptysis im August. Seit dem Sommer knappe Luft selbst

beim langsamen Gehen und bei leichten Arbeiten. Häufig Brustschmerzen. Geringe Abmagerung. Appetit schlecht. Oft Erbrechen beim Husten. Stuhlgang regelmässig.

Mittelgrosser Wuchs. Thorax mässig gewölbt. Beide Supra- und Infraclaviculargruben, zumal nahe dem Sternum, eingesunken und bei tiefer Inspiration wenig sich wölbend. Dämpfung an beiden oberen Lungenpartien; bronchiales Athmen und Rasseln. Vitale Capacität 2100 Ccm. Inspirationszug 78 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

Behandlung: Inspirationen comprimirter Luft, anfangs 3 Cylinder, auf 5 steigend, $^1/_{60}$ Atmosphärendruck. Pat. hatte schon seit dem September ein Infusum Flor. Chamomillae inhalirt, damit fährt er fort.

22. Februar 1875: Die Besserung war allmälig und stetig ohne jede Unterbrechung fortgeschritten. Husten allmälig gelindert, seit 4 Wochen gar kein Husten mehr. Auch die Dyspnoë ist ganz verschwunden, kann die Treppen schnell hinauflaufen ohne jede Beschwerden. Keine Brustschmerzen. Fühlt sich kräftig und so gesund wie vor der Krankheit. Appetit sehr gut. Sieht vortrefflich aus. Ist voller geworden und hat an Gewicht zugenommen. Die Supra- und Infraclaviculargruben sind nicht mehr eingesunken und wölben sich gut bei tiefer Inspiration, nur die Sternalpartie der Infraclaviculargrube bleibt noch, zumal links, etwas zurück. Links oben noch Dämpfung, aber weniger in- und extensiv als zuvor. Rechts oben ist Dämpfung kaum mehr mit Sicherheit wahrnehmbar. Beiderseits oben reines vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitale Capacität 2850 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

13. März: Der beschriebene vortreffliche Gesundheitszustand hat sich — trotz des herben Winters und obgleich Pat. anfangs fast täglich, später alle 2 Tage zu mir kam — erhalten. Keine Spur von Husten oder Dyspnoë. Vitale Capacität 2950 Ccm. Inspirationszug 100 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

6. April. Status idem. Hat in den letzten vier Wochen 3 Pfund an Gewicht zugenommen.

30. Suspecte Phthisis. Spitzencatarrh. 20. August 1873. Ps., Jurist, 48 Jahre alt, leidet seit acht Jahren nach einer vorübergehenden Heiserkeit an Verschleimung, Räuspern, Kitzel im Halse. Seit 1½ Jahren gesellte sich Husten hinzu bald trocken, bald mit reichlichem Auswurf. Die Beschwerden im Halse verstärkten sich gleichzeitig: Gefühl der Rauhigkeit und des Kratzens im Halse wurde zeitweise sehr belästigend. Seit dem Frühjahr Druck und Beklemmung auf der Brust. Pat. war so eben 6 Wochen in der Schweiz ohne irgend welche Besserung des Hustens und der übrigen Beschwerden, nur dass eine zunehmende Abmagerung, welche vordem sich bemerklich gemacht hatte, einem besseren Ernährungszustand wich. Der Husten ist gerade jetzt ausserordentlich heftig, Auswurf gering. Brustschmerzen und Beklemmung.

Die am 20. August 1873 ausgeführte Untersuchung ergiebt: Mässig kräftige Constitution, Brust mässig gewölbt. Weder Inspection noch Percus-

sion ergiebt irgend eine Abnormität. Ueberall hört man vesiculäres Athmen, jedoch ist dasselbe am rechten obern Lungenlappen sowohl vorn als hinten mit einem scharfen verlängerten Exspirationsgeräusch verbunden. Pharynx und Larynx, mit Ausnahme der Stimmbänder, intensiv gewulstet und geröthet. Inspirationszug in maximo 80 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm.

Neben einer localen Behandlung der Pharyngo-Laryngitis und Bronchitis (Touchirung des Pharynx und Larynx mit einer glycerinhaltigen Tanninlösung, Inhalationen mit Salmiaklösung unter Zusatz von Aq. Laurocerasi und Glycerin) liess ich comprimirte Luft aus meinem pneumatischen Apparat ($^1/_{60}$ Atmosphärendruck, bis zu $^1/_{50}$ Atmosphärendruck steigend) inspiriren.

Die Wirkung war eine auffallend schnelle und eclatante. Schon in den ersten Tagen verloren sich die Brustschmerzen und Beklemmung ganz. Der Husten wurde milder und seltener, und in den letzten Tagen der nur 16 Tage dauernden Behandlung war derselbe nach Angabe des Pat. gänzlich geschwunden oder doch auf ein Minimum reducirt.

Am 5. September. Inspirationszug in maximo 130 Mm., bequem auf 100 Mm. einige Secunden erhalten; Exspirationsdruck 140 Mm., erhalten auf 110 Mm. Die Untersuchung der Brust ergab keine Veränderung. Auch der Pharyngo-Laryngealcatarrh war ausserordentlich gebessert.

Dieser Fall berechtigt zwar nicht, die Diagnose mit Sicherheit auf eine beginnende Phthisis zu stellen; mindestens aber waren die Erscheinungen in Anbetracht des Lungenspitzencatarrhs ausserordentlich suspect, jedesfalls die Entwicklung einer Phthisis zu befürchten.

31. Phthisis haemorrhagica adhaesiva. 27. Febr. 1874. Frl. Mng., 24 Jahre alt. Seit 1 Jahr Brust- und namentlich Rückenschmerzen, die in den letzten Monaten so heftig wurden, dass Pat. manche Nacht vor Schmerz laut weinend im Bette sitzend zubrachte. Daneben oft Dyspnoë. Seit derselben Zeit Appetitlosigkeit und auffallende Abmagerung. Vor 3 Wochen Haemoptoë, wobei Pat. „ein ganzes Becken voll Blut“ auf einmal entleerte. Kein Husten. Menses regelmässig, schwach, zuletzt gleichzeitig mit der Haemoptoë.

Sehr blasses Aussehen, starke Blässe der Lippen. Brust ziemlich gut gewölbt, jedoch wenig beweglich und links oben eingesunken. Oberer Brustumfang 82 Ctm. Excursion 0,6 Ctm. Leichte Dämpfung am linken oberen Lungenlappen. Obere Lungengrenze links weniger hoch hinauf reichend als rechts. Ueberall am Thorax leises vesiculäres Athmen, links oben sparsame Crepitation. Am Herzen nichts abnormes, Herztöne überall an den obern Lungenpartien verstärkt hörbar. Vitale Capacität 250 Ccm. Inspirationszug 20 Mm. Exspirationsdruck 22 Mm.

Mir ist wahrscheinlich, dass in diesem Falle eine indurative chronische Pneumonie mit adhäsiver Pleuritis sicca bestand, und dass durch die adhäsive Pleuraentzündung die Schmerzen bedingt waren.

Die Behandlung, nicht mit grosser Hoffnung auf schnellen Erfolg unternommen, in Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{50}$ — $^1/_{60}$ Atmosphärendruck) bestehend, (ausserdem innerlich: Tinct. Chinae compos., Elix.

Aurant. comp., Acid. sulfuric. dil.), übertraf in ihrer Wirkung alle Erwartungen. Pat. fühlte unmittelbar während und nach dem Gebrauche der comprimirten Luft eine Milderung ihrer Schmerzen. Dieselben kehrten in den folgenden Tagen immer seltener und milder wieder, störten nicht mehr die Nachtruhe, und vom 14. März an hörte jede Schmerzempfindung auf. Zugleich hob sich der Appetit merklich, das Aussehen besserte sich, die Blässe schwand. Keine Spur von Dyspnoë.

Am 28. März. Pat. ist etwas voller und kräftiger geworden, fühlt sich vollkommen gesund, hat über nichts mehr zu klagen. Die Untersuchung der Brust ergiebt keine Dämpfung mehr, dagegen noch Tieferstehen der oberen linken Lungengrenze. Crepitiren nicht mehr hörbar. Ueberall reines vesiculäres Athmen.

Pat. sollte noch einige Zeit die Kur fortsetzen. Sie bleibt aber aus der Behandlung fort, weil ihrer Mittheilung nach sie sich bereits vollkommen gesund fühle. Es ist mir deshalb nicht mehr möglich, wie ich es in den folgenden Tagen und am Schluss der Kur beabsichtigte, die Brustmaasse und die spirometrischen und pneumatometrischen Werthe zu eruiren.

Mehrere Monate später erfuhr ich, dass Pat. sich bis dahin dauernd einer guten Gesundheit erfreute.

32. Phthisis pulm. cum Haemoptysi chronica. 8. Oct. 1874. Dr. Dm., Bibliothekar, 29 Jahre alt. Leidet seit seinem 18. Jahre an Husten. Schon im Anfang seiner Krankheit Haemoptysis, die sich seitdem meist etwa alle 6 Wochen wiederholte, selten einmal bis zu 3 Monaten ausblieb. Pat. gebrauchte alle bekannten Bäder und klimatischen Kurorte ohne nachhaltigen Erfolg. Im Jahre 1869 überstand er in Rom den Typhus; seitdem hat sich der Husten verschlimmert. Im Jahre 1871 nahm er Plumbum aceticum in grosser Menge und litt darauf an schwerer Bleikolik. Im Frühjahr 1871 ging er nach Görbersdorf, blieb dort 1¼ Jahr und ging sodann auch in den folgenden Sommern dahin. Er erholte sich dort sehr merklich und wurde wesentlich kräftiger. Indess wurde seit dem Frühjahr 1874 das Blutspeien stärker und reichlicher. Er siedelte sofort nach Görbersdorf über und blieb dort bis vor 2 Tagen. Die Haemoptysis wiederholte sich daselbst, wurde später so reichlich, dass Pat. seit 3½ Monaten fast täglich Blut gespien hat. Dennoch hat Pat. an Kräften und Fleisch zugenommen. (Seit 4 Jahren ist sein Gewicht allmälig von 136 Pfund auf 177 Pfund gestiegen). Sein Husten ist mässig. Seit einigen Tagen Kurzathmigkeit. Appetit und Stuhlgang regelmässig.

Ziemlich kräftig gebaut. Gut gewölbter, breiter Thorax, 95 Ctm. im oberen Umfang, mit einer Excursion von 3,5 Ctm. Guter Panniculus adiposus. Dämpfung beiderseits oben vorn sowohl wie hinten, links weniger intensiv und weniger ausgedehnt als rechts. Rechts oben überall unbestimmtes Athmen und Crepitiren, links oben leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Leber etwas vergrössert (Fettleber). Vitale Capacität 2100 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Die Behandlung besteht allein in täglichen Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{60}$ Atm., bis $^1/_{50}$ Atm. allmälig steigend). Er setzt dieselben bis zum 5. November fort und hört dann auf, weil er eine Reise unternehmen muss.

Während bis zum Beginn der Kur Pat. seit Monaten tagtäglich Blut gespien hatte, blieb die Haemoptysis sofort nach der ersten Einathmung volle acht Tage lang aus, ohne dass auch nur eine Andeutung sich zeigte. Später traten zeitweise noch geringfügige Blutspuren im Morgensputum auf; seit Ende October nichts mehr. Husten blieb in dem früheren mässigen Grade fortbestehen, die Kurzathmigkeit schwand. Vollkommenes Wohlbefinden.

Am 5. November. Brustumfang, wie zuvor: 95 Ctm.; Excursion 4 Ctm. Dämpfung beiderseits oben wesentlich geringer als früher, rechts nicht mehr hervortretend als links. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Rechts oben sparsames Rasseln. (Die pneumatometrischen und spirometrischen Werthe fehlen mir leider. Ich erinnere mich nicht, ob ich dieselben überhaupt zu messen oder nur die Maasse zu notiren vergessen habe.)

Ende März 1875 erfuhr ich, dass Pat. sich selbst einen pneumatischen Apparat angeschafft und ihn zeitweise gebraucht, dass er sich während des ganzen Winters vollkommen wohl befunden und nur äusserst selten geringe Blutspuren expectorirt hat.

33. Phthisis pulm. cum Haemoptysi typica. Diabetes. 15. December 1873. Gr., Kaufmann, ca. 40 Jahre alt, wird mir vom Herrn Collegen San.-R. Dr. Gust. Meyer zur Behandlung zugeführt. Vor 1½ Jahren erste Haemoptoë, seitdem Husten. Gleichzeitig wurde damals das Bestehen von Diabetes constatirt; ob und wie lange derselbe schon früher bestanden, ist unbekannt. In den letzten Monaten hat übrigens der Zuckergehalt des Urins wesentlich abgenommen; bei den verschiedenen Untersuchungen hat sich stets immer nur wenig oder selbst gar nichts gefunden. Pat. war im Sommer in Carlsbad zur Kur. Daselbst hatte er eine ziemlich heftige Haemoptoë, welche sich seitdem mit grösster Regelmässigkeit pünktlich alle 4 Wochen wiederholte. Der Blutauswurf erfolgt stets in grösseren Quantitäten etwa bis zu einem Wasserglase voll. —. Alle bisher angewandten Mittel waren ohne jeden Erfolg.

Pat. ist gross gewachsen. Sehr bleiches Aussehen. Paralytischer Thorax. Die obere vordere Thoraxpartie rechterseits wölbt sich weniger als linkerseits. Daselbst ist der Percussionsschall, eben so wie rechts hinten oben, stark gedämpft und hoch; bei der Auscultation hört man bronchiales Athmen und Knistern. Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.

Behandlung bestand einzig und allein im Gebrauch der comprimirten Luft zur Inspiration.

Der vom Pat. berechnete Termin, an welchem nach den bisherigen Beobachtungen die Haemoptoë wiederkehren musste, verstrich, ohne dass diese sich einstellte. Indess trat sie acht Tage später auf in gleicher Intensität wie sonst.

Pat. brauchte die Kur nur bis zum 15. Februar und brach sie dann ab, schaffte sich später selbst einen Apparat an und gebrauchte denselben vom 21. April an in seinem Hause. Bis zu diesem Termin war die Blutung nach je 4 Wochen mit der früheren Pünktlichkeit wiedergekehrt. Von nun an sistirte sie bis zum 25. August, wo sie mit der gewöhnlichen Intensität auftrat, und wiederholte sich dann am 6. October.

Am 13. November besuchte mich Pat. wieder, um mir die obigen Mittheilungen zu machen; seit dem 6. Oct. hatte er keine Blutung wieder gehabt. Auch der Husten ist wesentlich besser geworden, war namentlich im Sommer sehr gering, jetzt im Herbst hat er sich wieder zeitweise verstärkt, aber nicht zu der Heftigkeitt wie sonst. Aussehen des Pat. ist merklich besser als im vorigen Jahre. Inspection und Percussion ergaben das gleiche Resultat wie bei der ersten Untersuchung. Ebenso ist noch an den gedämpften Stellen das bronchiale Athmen zu hören. Vitale Capacität 2300 Ccm. Am Pneumatometer habe ich weder das vorige Mal noch dies Mal gemessen, um den Pat. nicht anzustrengen.

Vergl. ausserdem einige hierher gehörige Fälle unter Pleuritis und Stenose des Larynx.

Pleuritis und Empyem.

Die nach Pleuritis zurückbleibenden Schwarten mit theilweiser Compression von Lungenalveolen bieten für die pneumatische Therapie die vorzüglichsten Heilobjecte dar, und die Resultate, welche man erhält, stellen sich den glänzendsten bei Emphysem ebenbürtig an die Seite. Bisher trat in sämmtlichen Fällen, welche ich behandelte, die Besserung und endliche Heilung ausnahmslos und zwar in sehr kurzer Zeit (wenige Wochen) aufs prompteste ein, mochte die Pleuritis vor kurzem oder schon seit länger als Jahresfrist vorangegangen sein. Die Percussion zeigte das Schwinden der Dämpfung an, die Auscultation die Rückkehr eines normal lauten vesiculären Athmens, die Inspection die Beseitigung einer etwa vorhanden gewesenen Difformität, endlich in einem sehr eclatanten Falle sogar die Brustmessung die Zunahme des Brustumfangs um mehrere Centimeter. Indem ich auf das früher bereits Erörterte[1]) verweise, theile ich die bemerkenswerthesten der

1) Vergl. S. 306.

von mir behandelten Fälle mit. Ich schliesse hieran einen Fall vom Empyem mit Thoraxfistel, in welchem die comprimirte Luft einen nicht unwesentlichen palliativen Nutzen schaffte.

Bei pleuritischen Schwarten und bei Empyem mit Thoraxfistel wende ich die Inspirationen comprimirter Luft in der üblichen Weise an. Ausserdem verbinde ich bei pleuritischen Schwarten, besonders jugendlicher Individuen, sobald die Kranken schon etwas Kräfte gesammelt haben, gern mit der comprimirten Luft auch Einathmungen verdünnter Luft[1]), in der Absicht, die Thoraxmusculatur zu kräftigen. Sind die Kranken noch matt und dyspnoëtisch, oder sind noch entzündliche Reizungen zu fürchten, so ist die verdünnte Luft contraindicirt.

Casuistik.

34. Pleuritische Schwarte. 8. Nov. 1873. v. Alt., Officier, 25 Jahre alt, wurde am 16. August 1870 bei Mars la Tour schwer verwundet, indem eine Mitrailleusenkugel in die rechte Lendengegend eindrang und nach dem Urtheil der behandelnden Aerzte die rechte Niere verletzte. (Haematurie). Erst nach mehrfachen Operationsversuchen konnte die Kugel im December 1871 linkerseits in der Gegend der falschen Rippen aufgefunden und excidirt werden. Eine langwierige erschöpfende Eiterung, durch die Anwesenheit der Kugel bedingt, und später aus der noch längere Zeit offen gebliebenen Fistel brachte den Kranken sehr herunter; dazu kamen noch häufige Magencatarrhe, wodurch Pat. äusserst blass, schwächlich und zu jeder anstrengenden Leistung unfähig blieb. Am 15. September 1873 kam zu dem so schon geschwächten Organismus eine Pleuritis hinzu. Dieselbe ging zwar relativ schnell in Genesung über, so dass Pat. nur drei Wochen Bett und Zimmer hütete; aber es blieb Dyspnoë zurück, die zumal beim Schnellengehen und Treppensteigen sich in empfindlicher Weise bemerklich machte. Husten besteht nicht. Appetit und Stuhlgang nicht abnorm.

Pat. wird mir am 8. Nov. 1873 von seinem Arzte zur Behandlung überwiesen. Er sieht äusserst blass aus. Die Brust ist lang und flach. Inspection und Palpation ergiebt keine Asymmetrie. Ueberall ist der Percussionsschall sonor und tief; nur am untern Theil des Thorax hinten links in einer Breite von ca. 7 Ctm. ist der Schall leicht gedämpft; daselbst ist zugleich das vesiculäre Athmungsgeräusch abgeschwächt und deutliches Reibungsgeräusch vernehmbar. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

---

1) Vergl. S. 142.

Die Behandlung bestand allein in Einathmungen comprimirter Luft, zu denen ich später noch Inspirationen verdünnter Luft hinzufügte.

Die Besserung und Heilung erfolgte in auffallend rascher Weise. Der Pat., welcher anfänglich die Treppen nur mit grosser Mühe, von Stufe zu Stufe sich ausruhend, hinauf kommen konnte, war schon nach 8—10 Tagen so wenig kurzathmig, dass er zwei Treppen ohne abzusetzen schnell hinauflaufen konnte.

Am 19. November betrug seine vitale Lungencapacität bereits 3400 Ccm., seine Inspirationskraft 110, seine Exspirationskraft 115 Mm. Allgemeinbefinden vortrefflich.

6. Dec. Vitale Lungencapacität 3500 Ccm. Inspirationszug 115 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm. Die Brust erscheint auffällig gewölbter als zuvor. Keine Spur von Dämpfung und von Reibungsgeräuschen, überall reines lautes vesiculäres Athmen.

Die Kur wird am 18. December beendet. Pat. befindet sich vollkommen gesund und so kräftig wie seit seiner Verwundung nicht. Er hat eine blühende Gesichtsfarbe und hat an Fleisch zugenommen. Es ist weder ein subjectives noch objectives Krankheitssymptom mehr vorhanden.

Am 18. Febr. 1874 stellt er sich mir von neuem vor. Sein gekräftigter Gesundheitszustand hat sich unverändert erhalten, er geht seinem Dienste ohne Störung nach. Vitale Lungencapacität 3550 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 150 Mm.

Im nächsten Sommer und Herbst hatte ich noch wiederholentlich Gelegenheit Herrn v. A. zu sehen und Günstiges über seinen Gesundheitszustand zu erfahren.

35. Pleuritische Schwarte. 14. Februar 1874. Rs., 14 Jahre alt. Vor 4 Wochen an einer rechtsseitigen Pleuritis erkrankt, 14 Tage bettlägerig gewesen. Dabei Husten gehabt, der noch andauert.

Die Brust erscheint auf der rechten Seite merklich retrahirt. Brustumfang auf der Höhe der Brustwarze 71 Ctm., und zwar 38 Ctm. links, 33 Ctm. rechts. Ausdehnungsfähigkeit des Thorax 1,4 Ctm. Die rechte Seite ist überall hinten mit von oben nach unten zunehmender Intensität gedämpft. Ueberall hinten rechts und vorn rechts unten hört man Reibungsgeräusche, dabei rechts oben scharfes, rechts unten leises vesiculäres Athmen; links überall scharfes vesiculäres Athmen. Die linke Lunge ist an ihrer unteren Grenze um die Breite zweier Intercostalräume über die Norm ausgedehnt und überdeckt vollständig das Herz. Herztöne normal. Vitale Capacität 1750 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 95 Mm.

Die Behandlung besteht einzig und allein in Inspirationen comprimirter Luft. Die Besserung und Heilung erfolgt ausserordentlich schnell und radical.

Schon am 28. Februar ergiebt die Percussion ausser der noch bestehenden Ektasie der linken Lunge keinerlei Abnormität mehr. Ueberall

hört man reines vesiculäres Athmen, nur ganz unten hinten rechts noch etwas Reibungsgeräusch. Brustumfang auf der Höhe der Mammillarlinie 77 Ctm., und zwar 39 Ctm. links, 38 Ctm. rechts. Brusterweiterung 2 Ctm. Vitale Capacität 2150 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm. Kein Husten mehr.

Am 7. März Beendigung der Kur. Keine Spur von Dämpfung. Ueberall vesiculäres Athmen, nirgends Reibungsgeräusch. Brustumfang 78 Ctm., und zwar links 39,5, rechts 38,5 Ctm. Vitale Capacität 2200 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm. (Zweckmässig hätte sich noch eine kurze Behandlung mit Exspirationen in verdünnte Luft zur Hebung der linksseitigen Lungenektasie, die wahrscheinlich in Folge einer compensatorisch erhöhten Inspirationsthätigkeit während der acuten Pleuritis aufgetreten war, angeschlossen.)

36. Pleuritis und Phthisis. 20. Februar 1874. Schrd., Eisenbahnzugführer, 34 Jahre alt, von Herrn Geh. Rath Dr. Güterbock mir überwiesen, hatte vor 2 Jahren angeblich eine linksseitige „Lungenentzündung“, höchst wahrscheinlich aber nach dem objectiven Befund nicht diese oder neben ihr noch eine Pleuritis. Seitdem besteht Husten permanent im Sommer und Winter, auch häufig Nachts mit grosser Heftigkeit. Ziemlich beträchtliche Dyspnoë ist gleichfalls seitdem zurückgeblieben, die sowohl bei Bewegungen als auch beim Husten sich ganz besonders manifestirt. Appetit schlecht. Stuhlgang regelmässig.

Mässig kräftige Constitution. Leichte Abmagerung. Brust ziemlich gewölbt, bei tiefer Inspiration wenig sich ausdehnend. Beide oberen Lungenlappen sind in geringem Grade gedämpft. Eine stärkere Dämpfung befindet sich links unterhalb der Scapula bis zur unteren Lungengrenze; das Athmungsgeräusch ist an diesen Partien auffallend leise, vesiculär. Vorn oben beiderseits unbestimmtes Athmen mit verlängerter Exspiration und Rasseln, hinten oben beiderseits scharfes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Rasseln.

Vitale Lungencapacität 3100 Ccm. Inspirationszug 64 Mm. Exspirationsdruck 68 Mm.

Offenbar handelte es sich in diesem Falle um Phthisis beider oberen Lungenlappen und um die Reste einer Pleuritis sinistra. Ob noch flüssiges Exsudat vorhanden, oder eine pleuritische Schwarte, lasse ich dahingestellt. (Ein Reibungsgeräusch wurde nicht gehört.) Jedenfalls war der untere linke Lungenlappen comprimirt.

Behandlung: Inspirationen comprimirter Luft, später daneben auch Inspirationen verdünnter Luft; Inhalationen von Alaun.

Der Husten milderte sich bis anfangs März nur unbedeutend, dann aber so wesentlich, dass Ende des Monats derselbe nur noch selten und geringfügig war, die früher heftigen Paroxysmen überhaupt nicht mehr auftraten. Von den ersten Tagen der Behandlung an verringerte sich die Dyspnoë und war nach wenigen Wochen vollkommen verschwunden, so dass Pat. ohne Mühe schnell Treppen steigen und sich bewegen konnte.

Der früher schlechte Appetit ist untadelhaft geworden. Hand in Hand mit dieser Besserung der einzelnen Symptome geht eine allgemeine Kräftigung des ganzen Körpers. Pat. fühlt sich vollkommen wohl, neu gestärkt und hat ein vortreffliches Aussehen.

Am 7. April 1874 tritt Pat. seinen schweren Dienst wieder an. Die Untersuchung der Brust ergiebt noch am linken oberen Lungenlappen eine leichte Dämpfung, am rechten oberen kaum mehr eine Spur derselben. Die pleuritische Dämpfung am linken unteren Lungenlappen ist vollkommen geschwunden, der Percussionston daselbst sonor, die Auscultation ergiebt daselbst ein reines lautes vesiculäres Athmen. An den oberen Lungenlappen hört man beiderseits vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, kein Rasseln.

Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm. Vitale Lungencapacität 4200 Ccm. Diese Erhöhung der vitalen Lungencapacität gehört zu den glänzendsten, die ich mittelst des pneumatischen Apparats erreichte. Pat. ist 171 Ctm. gross. Dieser Grösse[1]) entspricht nach Arnold bei gesunden Personen eine vitale Capacität von 3600 Ccm., nach Wintrich von 3762 bis 4104 Ccm. Die vitale Capacität ist also bei unserem Patienten weit über das Maass eines gesunden Menschen gesteigert worden, während sie ursprünglich weit unter der Norm sich befunden hatte.

Anfangs April 1875 erfuhr ich, dass Pat. bis jetzt seinen schweren Dienst ohne Unterbrechung versieht und sich im ganzen wohl befindet.

37. Pleuritische Schwarte. Cirrhosis pulm. 20. April 1874. Dr. v. Hdr., früher Arzt, jetzt Gutsbesitzer, 47 Jahre alt. Litt seit der Jugend häufig an Catarrhen, besonders aber im Jahre 1859 an heftigem Husten mit starkem Fieber und Abmagerung, so dass damals der Verdacht auf Phthisis ausgesprochen wurde; die drohenden Symptome gingen indess wieder vorüber. Vor 10 Jahren gichtische Zustände an den grossen Zehen und bald darauf Keuchhusten, durch Ansteckung von den Kindern acquirirt. Seitdem fast permanent Husten, bald mehr bald weniger, daneben Kurzathmigkeit beim Gehen und Steigen. Vor 2 Jahren Pleuritis sinistra, 6 Wochen lang. Seitdem Dyspnoë vermehrt. Haemoptysis einmal vor ca. 2 Jahren.

Langer, wenig beweglicher Thorax. Fossae infraclaviculares verstrichen, F. supraclaviculares ziemlich hervorgewölbt. Obere Lungengrenze abnorm hoch hinaufreichend, untere Grenzen normal. In der Fossa infraclavic. sinistra und der Fossa supraspinata sinistra leichte Dämpfung, unbestimmtes Athmungsgeräusch, sparsames dumpfes Rasseln. Unterhalb der linken Scapula gleichfalls geringe Dämpfung, leises vesiculäres Athmen. Herz nicht abnorm. Vitale Capacität 2550 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

---

1) Vergl. S. 88.

Die Behandlung besteht in Inspirationen comprimirter Luft. Dieselbe wird bis zum 9. Mai regelmässig täglich gebraucht. Husten vermindert sich auffallend; Dyspnoë wird zuletzt kaum noch empfunden.

Am 9. Mai ergiebt die Untersuchung der Brust: Dämpfung unterhalb der linken Scapula vollständig geschwunden, daselbst ziemlich lautes vesiculäres Athmen. Am obern linken Lungenlappen noch Dämpfung, aber geringfügiger als am Anfang; daselbst gleichfalls überall ziemlich lautes vesiculäres Athmen, kein Rasseln. Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszug 100 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm.

38. Pleuritische Schwarte. 14. Januar 1874. Frau Smn., 25 Jahre alt. Immer schwächlich gewesen. Seit der Kindheit fast dauernd Husten, vor 2 Jahren besonders heftige Exacerbation desselben, worauf bald eine „Lungenentzündung“ (?) und Brustfellentzündung folgte. Es entwickelte sich ein eitriges Exsudat linkerseits, welches zweimal durch Thoracocentese entleert wurde. Husten ist geblieben, desgleichen starke Dyspnoë. Seit der Krankheit Foetor ex ore; der Auswurf ist jedoch geruchlos. Pat. ist im 5. Monat gravida. Sie findet sich im ganzen nicht sehr schwach. Appetit mässig, Stuhlgang retardirt. Schlaf vielfach durch Husten gestört.

Klein, mager. Die linke Seite der Brust bleibt bei tiefer Inspiration etwas gegen die rechte zurück. Ueberall linkerseits vorn und hinten ist der Percussionsschall mässig gedämpft. Das Athmungsgeräusch daselbst ist sehr leise vesiculär, hier und da Reibungsgeräusch. Rechts überall sehr lautes vesiculäres Athmen. Herzstoss in der linken Parasternallinie im 6. Intercostalraum. Herztöne rein. Puls ziemlich klein, leer, wenig gespannt, 108. Vitale Lungencapacität 1050 Ccm. Inspirationszug 30 Mm. Exspirationsdruck 44 Mm. [In diesem Falle ist das Inspirationshinderniss der pleuritischen Schwarte so gross, dass es das durch die Gravidität bedingte Exspirationshinderniss überragt[1]).]

Die Behandlung besteht einzig und allein in täglichen Inspirationen comprimirter Luft.

12. Februar 1874. Vollkommenes Wohlbefinden. Husten nur noch geringfügig, desgleichen Dyspnoë. Schlaf ungestört. Appetit vortrefflich. Blühendes Aussehen. Die linke Seite der Brust wölbt sich bei tiefer Inspiration fast eben so gut wie die rechte. Dämpfung besteht noch überall auf der linken Seite, aber in geringerem Grade als zuvor. Ziemlich lautes vesiculäres Athmen daselbst. Nur an den unteren Partien spärliches Reibungsgeräusch. Vitale Capacität 1250 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 84 Mm.

21. März 1874. Beendigung der Kur. Vollkommenes Wohlbefinden. Hatte vor 8 Tagen wieder etwas stärkeren Husten, der jetzt wieder fast ganz geschwunden ist. Keine Spur von Dyspnoë, auch nicht beim Trep-

1) Vergl. S. 64, 77, 78.

pensteigen, trotz der vorgeschrittenen Gravidität. Kein Foetor ex ore. Puls voll, ziemlich gespannt, 90. Die linke Seite der Brust wölbt sich oben bei der Inspiration vollkommen eben so gut wie die rechte. An den oberen Partien der linken Seite ist nur noch eine geringfügige Dämpfung, dagegen eine mehr merkliche hinten unterhalb der Scapula wahrnehmbar. An dieser letzten Partie ist das Athmungsgeräusch noch etwas leise, dagegen überall vorn und hinten oben laut. Spärliches Reibungsgeräusch noch ganz unten hinten am Thorax wahrnehmbar. Vitale Capacität 1400 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm.

39. Empyem. Mrw., Actuar, 27 Jahre alt, war als Kind schon sehr schwächlich und machte ausser Masern auch Scharlachfieber mit nachfolgender Wassersucht und einen heftigen Keuchhusten durch. Im August 1863 erkrankte er an linksseitiger Pleuritis, welche ein eitriges Exsudat setzte. Im December desselben Jahres scheint ein Durchbruch in die Bronchien erfolgt zu sein, denn Pat. bekam plötzlich einen quälenden Husten mit enorm reichlichem eitrigen Auswurf. Im April 1865 stockte der Eiterauswurf, und es bildete sich eine Geschwulst in der linken Brustseite, die durch wochenlang fortgesetzte warme Umschläge zum Aufbruch reif gemacht und durch eine leichte Incision geöffnet wurde. Es ergoss sich eine reichliche Eitermasse aus der Tiefe. Es blieb nun eine Fistel bestehen, aus welcher sich andauernd Eiter in grosser Menge entleerte; durch Druck auf den Rücken konnte Pat. den Eiterausfluss beschleunigen. Im Winter 1867/68 stellte sich Husten, der seit 1865 gänzlich aufgehört hatte, von neuem ein und gleichzeitig Verminderung des Eiterausflusses aus der Fistel. Indess dauerte der Eiterausfluss eben so ununterbrochen fort, wie Husten mit eitrigem Auswurf, bald der eine bald der andere überwiegend. Im October 1871 nahm der eitrige Auswurf in erheblichem Grade zu, und der bereits aufs äusserste abgemagerte und hinfällige Pat. erreichte nunmehr so wie in der darauf folgenden Zeit den höchsten Grad der Entkräftung. Es folgte nunmehr eine Zeit, in welcher hin und wieder der Auswurf gänzlich stockte und dafür ein reichlicher Ausfluss aus der Fistelöffnung erfolgte, zu anderen Malen wieder der letztere ganz versiegte und ersterer sehr copiös wurde. Im Frühjahr 1872 heilte die Fistelöffnung zum ersten Male ganz zu, öffnete sich aber nach acht Tagen wieder und entleerte ausser dem Eiter eine „wasserhelle stinkende Flüssigkeit". Bis dahin war Eiter und Sputum geruchlos gewesen; von nun an hatte beides häufig einen üblen Geruch und der Auswurf einen fauligen Geschmack. Nunmehr heilte die Wunde zum öfteren zu, um bald wieder von neuem aufzubrechen. Vom Herbst 1872 an geschah dies mit einer gewissen Regelmässigkeit etwa alle 4 Wochen. War die Wunde zugeheilt, so war Husten und Auswurf reichlicher, die Oppression vermehrt. Im Sommer 1873 steigerte sich der Husten häufig zu einer so enormen Heftigkeit, dass Pat., an Leiden gewöhnt, dennoch denselben häufig nicht überleben zu können glaubte. Daneben wurde der Gestank, welchen der Kranke ex ore und aus dem abfliessenden Eiter

verbreitete, so penetrant, dass es Ueberwindung kostete, in seiner Nähe zu verweilen. Appetit ziemlich gut. Stuhlgang ziemlich regelmässig, häufig diarrhoisch.

Am 20. Juli 1873 consultirt mich Pat. zum ersten Male. Leichenblasses Aussehen. Höchster Grad der Abmagerung. Kolbige Finger. Starker Foetor ex ore und Foetor der Sputa. Beträchtliche objective und subjective Dyspnoë. Pat. hat beim Stehen und Gehen eine auffallend schiefe Haltung, mit Beugung nach links. Der Thorax ist stark deform; die linke Seite auffallend eingezogen, nur an den untersten Partien erweitert, bei der Inspiration sich nicht im mindesten ausdehnend. In der linken Parasternallinie im 6. Intercostalraum befindet sich eine Fistelöffnung, aus der sich dünnflüssiger stinkender Eiter durch Druck auf die linke Thoraxseite entleeren lässt. Das Herz ist sehr beträchtlich nach rechts verschoben; Spitzenstoss in der rechten Parasternallinie im 6. Intercostalraum, Herzdämpfung bis zur rechten Mammillarlinie reichend. Der Percussionsschall ist auf der ganzen linken Seite von oben bis unten total gedämpft; vorn links von der 2. bis 4. Rippe ist er von exquisit metallischem Klang und sehr hoch, besonders bei geöffnetem Munde; zugleich Schallhöhenwechsel. Hier sind bei der Auscultation metallisch klingende, laute Rasselgeräusche und amphorisches Athmen hörbar, sonst überall links sehr leises vesiculäres Athmen.

Ich rieth zunächst dem Pat., sich in eine chirurgische Klinik zu begeben, damit eine grössere Incision, wenn nothwendig mit Resection eines Rippenstücks, gemacht werde. Pat. ging zwar in die Klinik, aber nach längerer Beobachtung daselbst wurde die Operation für nicht opportun gehalten, und Pat. wieder entlassen.

Am 19. November 1873 wendet sich der Pat. von neuem an mich, und ich nahm ihn nunmehr in Behandlung. Objectiver Befund wie im Juli. Die subjectiven Beschwerden sind indess vermehrt, namentlich ist der Husten heftiger geworden. Die Fistelöffnung ist seit drei Wochen geschlossen.

Vitale Capacität 1250 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 80 Mm.

Offenbar bestand in diesem Falle eine Communication des Pyothorax mit den Bronchien. Dies liess sich später noch sicherer dadurch erweisen, dass Pat. nach Einspritzung von Carbolsäure in die Fistelöffnung durch heftigen Husten eine wässerige, deutlich nach Carbolsäure schmeckende und riechende Flüssigkeit expectorirte. Auch wenn er Kamillenthee injicirte, warf er kurz nachher eine schaumige, gelbbraune, deutlich nach Kamillenthee schmeckende Flüssigkeit aus. Höchst wahrscheinlich bestand an der vorderen Thoraxseite, dort wo sich metallischer Percussionsschall und metallisches Rasseln zeigte, ein Hohlraum, welcher mit den Bronchien communicirte und auch mit der Pleurahöhle in Verbindung stand, wenn nicht dieser Hohlraum selbst von einem lufthaltigen Pleuraraum gebildet war.

Die Behandlung bestand zunächst in Einathmungen comprimirter

Luft. Aufgabe derselben sollte sein: mechanische Erweiterung der comprimirten Lunge, mechanische Beförderung der Eiterentleerung nach aussen. Ausserdem liess ich eine Lösung von Tannin mit Carbolsäure (Acid. tannic. 2,5, später bis 5,0, Acid. carbol. 1,0, Aq. 500,0) inhaliren und später (vom Januar 1874 an) noch die Fistelöffnung regelmässig mit Carbolsäurelösung ausspritzen. Innerlich Leberthran.

Bald nach dem Beginn der Behandlung öffnete sich die Fistelöffnung. Dieselbe blieb, nachdem sie sich auf kurze Zeit wieder geschlossen, volle zwei Monate offen, anfangs sehr reichlichen, später immer weniger Eiter entleerend. Mitte Februar heilte die Fistelöffnung trotz täglicher Einspritzungen und trotz versuchter Erweiterung mittelst Laminaria wieder zu, öffnete sich wieder anfangs März, schloss sich Ende des Monats von neuem und brach anfangs April wieder auf. Pat. befand sich bei offener Fistel stets wohler, als wenn sie geschlossen war: Oppression, Husten und Auswurf waren dann geringer, auch der Auswurf weniger stinkend.

Im ganzen hatte der Foetor ex ore und der Foetor der Sputa (durch die Carbolsäure - Inhalationen) bereits sehr wesentlich abgenommen, noch bevor ich mit den Carbolsäure-Injectionen in die Pleura begann. In Folge dieser letzteren wurde endlich der Foetor auch des ausfliessenden Eiters so gering, dass man unbelästigt in der Nähe des Kranken verweilen konnte. Zeitweise freilich war wieder mehr Foetor wahrnehmbar.

Husten und Auswurf nahmen entschieden ab, steigerten sich aber zeitweise wieder, ohne dass die jedesmalige Exacerbation mehr als einige Tage anzuhalten pflegte. Auch der Eiterausfluss aus der offenen Fistelöffnung wurde spärlicher; nur wenn dieselbe einige Zeit geschlossen gewesen war, floss wieder eine reichlichere Menge aus. Während der Inspirationen comprimirter Luft bemerkte Pat. meist ein reichlicheres Ausfliessen des Eiters, welches durch gleichzeitigen Druck auf die linke Seite befördert wurde; indess war dies nicht immer mit Sicherheit nachweisbar. Das Ausfliessen des Eiters suchte ich noch dadurch mit Erfolg zu befördern, dass ich den Kranken häufig am Tage nach tiefer Inspiration den Valsalva'schen Versuch ausführen und dabei mit der Hand einen Druck auf die linke Seite ausüben liess.

In der That liess sich mit einigen Unterbrechungen eine stetige Verminderung des Eiters im Pleurasack und eine zunehmende Ausdehnung und Functionirung der früher comprimirten Lunge mittelst Percussion und Auscultation constatiren. Am 30. April 1874, als Pat. von Berlin abreiste, bestand nur noch am Rücken unterhalb der Scapula und in einer entsprechenden Höhe der Axillarlinie gedämpfter Schall; oberhalb war der Schall, wenn auch nicht so vollkommen sonor wie auf der gesunden Seite, im ganzen doch nur unbedeutend gedämpft. Vorn links zwischen der 2. und 4. Rippe einerseits, der Parasternal- und Mammillarlinie andererseits war noch metallischer Percussionsschall mit Schallhöhenwechsel vorhanden und daselbst amphorisches Athmen und klingendes Rasseln hörbar. Sonst war überall auf der linken Seite, die untersten Partien des Thorax ausgenommen, lautes vesiculäres Athmen hörbar. Das Herz ist näher

seiner normalen Lage gerückt; seine Pulsation ist von der linken bis zur rechten Parasternallinie sicht- und fühlbar, Herzdämpfung reicht nicht über die rechte Parasternallinie hinaus. Puls 100, noch ziemlich klein und weich. Aussehen und Kräftezustand zwar entschieden besser als zuvor, aber immer noch wenig befriedigend. Am meisten erfreulich für den Patienten ist die von ihm gemachte Wahrnehmung, dass seine Kurzathmigkeit entschieden nachgelassen hat und er mit weniger Beschwerden Treppen zu steigen vermag.

Am 20. Februar, später nicht vermehrt, vitale Capacität 1600 Ccm.; Inspirationszug 90 Mm.; Exspirationsdruck 110 Mm Pat soll den Sommer auf dem Lande zubringen und sowohl die Inhalationen als auch die Injectionen fortsetzen.

Stenose des Larynx.

In betreff der Stenosen des Larynx und der Trachea verweise ich auf S. 312. Hier will ich nur einen einzigen Fall mittheilen, der nicht allein durch die in Folge der Behandlung herbeigeführte Heilung, sondern ganz besonders auch durch den Krankheitsverlauf an sich ein ganz besonderes Interesse in Anspruch nimmt. Er gehört zu denjenigen, die mir am meisten Freude gemacht haben. Die comprimirte Luft hat hier freilich am Anfang nur symptomatisch gewirkt, hat es aber allein möglich gemacht, dass eine Tracheotomie erspart wurde. Im weiteren Verlauf wirkte sie auf die Lungenverdichtungen mit vorzüglichem Erfolge ein.

40. Stenosis laryngis syphilitica. Infiltratio pulmon. 26. Mai 1874. Frl. Bl., 32 Jahre alt. Vor 10 Jahren Ulcus syphiliticum mit secundären Erscheinungen im Halse und auf der Haut. Damals (Quecksilber-?) Pillen und Jod gebraucht. Seit ¾ Jahren Beschwerden im Halse, seit 6 Monaten Heiserkeit, allmälig sich verstärkend und in vollkommene Aphonie übergehend. Seit 8 Wochen Husten, aufsteigende Hitze, zunehmende Mattigkeit, sehr bleiches Aussehen. Seit mehreren Wochen (wie lange? wird nicht genau angegeben) starke Dyspnoë, sich täglich zu einem höheren Grade steigernd und mit lautem Stridor beim Athmen verbunden.

Als Pat. am 26. Mai 1874 in meine Behandlung kam, bot sie die Zeichen hochgradigster Stenosis laryngis: Stridor sehr laut und Dyspnoë äusserst heftig; so dass ich die Nothwendigkeit einer bald zu vollziehenden Tracheotomie stets vor Augen behielt. In der That war der Pat. an dem Tage, bevor sie zu mir kam, von einem bewährten inneren Kliniker die sofortige Tracheotomie als einziges Rettungsmittel empfohlen worden, die sie aber verweigerte.

Die laryngoskopische Untersuchung ergiebt: hintere Larynxwand stark geschwollen, zerklüftet, ulcerirt, mit gelblich weissem Belag. Beide Stimmbänder, und zwar das rechte mehr als das linke, hochgradig verdickt, gleichfalls ulcerirt, mit demselben Belag. Die verdickten Stimmbänder sind weder bei der Inspiration noch bei der Exspiration in irgend wie ausreichendem Maasse beweglich und bilden demgemäss einen ziemlich starren Ring, die Stenose, durch welche die Luft nur mit Mühe und geräuschvoll durchdringt. Hals- und Nackendrüsen ziemlich stark angeschwollen, etwas auch die Cubitaldrüsen. An der Haut nichts abnormes, ausser zahlreichen braunen Flecken an der Brust, nach Baunscheidtismus zurückgeblieben. Geringe Abmagerung. An beiden oberen Lungenlappen deutliche Dämpfung. Die Auscultation ist durch den Stridor gestört.

In diesem Falle war offenbar die Lungenverdichtung secundär nach der Laryngitis syphilitica aufgetreten, wie ich dies in anderen Fällen gleichfalls beobachtete, wahrscheinlich bedingt durch herabgeflossenes Secret [1]).

Die Behandlung besteht in sofortiger Inspiration comprimirter Luft, täglich fortgesetzt; in vierwöchentlichem Gebrauch von Hydrargyrum jodatum flavum, täglichen Inhalationen und Touchirungen mit Sublimat und Insufflationen von Calomel in den Kehlkopf, bei heftigem Husten Morphin mit Aqua Laurocerasi.

Die Besserung schreitet continuirlich bis zur vollkommenen Heilung vor. Schon am ersten Tage wird die Dyspnoë durch die comprimirte Luft wesentlich gemildert, desgleichen in den folgenden Tagen. Der Stridor kommt immer seltener und ist nach kaum acht Tagen gänzlich verschwunden, von dieser Zeit an fehlt jede Spur von Dyspnoë. Die Ulcerationen und die Schwellung an den Stimmbändern und der hinteren Larynxwand bessern sich allmälig, und die Bewegung der Stimmbänder wird wieder normal. Die Stimme erscheint wieder, anfangs heiser, allmälig immer reiner werdend. Bereits Ende Juli sieht der Kehlkopf bis auf geringe Verdickung der früher afficirten Partien vollkommen normal aus, Stimmbandbewegung ganz ungehindert. Auch der Husten nimmt allmälig ab und ist schon Ende Juni auf ein Minimum reducirt. Pat. nimmt an Fleisch und Kräften zu und fühlt sich so gesund wie je zuvor.

Am 11. August: Keinerlei subjective Beschwerden mehr. Keine Spur von Dyspnoë. Seit 6 Wochen nicht der mindeste Husten. Pat. sieht voll, kräftig, ja selbst blühend aus, spricht mit lauter klarer Stimme. Larynx vollkommen gesund. In den Lungen keine Dämpfung mehr wahrnehmbar, ausser nur noch an einer sehr beschränkten Stelle in der Fossa supraspinata dextra, wo auch das vesiculäre Athmen von einem verlängerten Exspirationsgeräusch begleitet ist; sonst überall reines vesiculäres Athmen.

---

1) Vergl. Waldenburg: Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht und Scrofulose etc. S. 498; ferner Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc. 2. Aufl. S. 326.

Am 30. August: Beendigung der Kur. Pat. ist vollkommen gesund. Auch in der Fossa supraspinata dextra ist keine Dämpfung mehr wahrnehmbar. (Die Lungencapacität und die Athemkraft ist in diesem Falle leider nicht gemessen worden. Anfangs wollte ich sie mit der Messung verschonen, weil sie sehr angegriffen und dyspnoëtisch war. Durch diese Unterlassung fehlte jeder etwaigen späteren Messung der richtige Maassstab der Beurtheilung, und sie unterblieb deshalb gleichfalls.)

In diesem Falle hat die comprimirte Luft eine doppelte Wirkung entfaltet: Zunächst wirkte sie in den ersten Tagen nur palliativ antidyspnoëtisch und gewährte dadurch der antisyphilitischen, mercuriellen — sowohl allgemeinen als localen — Behandlung Zeit, das örtliche Kehlkopfleiden zu bessern, sie ersparte auf diese Weise eine Tracheotomie. Sodann wirkte sie in der Folge radical gegen die Lungenverdichtung, und ich glaube entschieden, dass ihr allein die totale Beseitigung der Lungenaffection zuzurechnen ist.

Herzkrankheiten.

Die Wirkung der comprimirten Luft bei Erkrankungen der linken Herzhälfte, namentlich bei Insufficienz der Mitralklappe und Stenosis ostii venosi sinistri, habe ich bereits ausführlich erörtert [1]) und brauche hier nicht noch einmal darauf zurückzukommen. Ich will mich damit begnügen, einige der prägnantesten Fälle zu referiren, in welchen die Inspiration comprimirter Luft theils eclátante palliative, theils nachhaltige Erfolge erzielte. Zugleich verweise ich hier noch einmal auf die Arbeit von Haenisch und den darin mitgetheilten, mit Pulscurven versehenen Fall [2]). Dass bei Insufficienz der Aortenklappen die comprimirte Luft, wegen schon bestehenden sehr hohen Drucks im Aortensystem, seltener indicirt ist, und wo sie es wegen Compensationsstörung dennoch ist, ich keine nennenswerthe nachhaltige Resultate damit erzielte, habe ich bereits erwähnt. Eben so zweifelhaft war in einem Falle von Fettherz der palliative Erfolg, welcher, wenn überhaupt vorhanden, schnell wieder vorüberging. In zwei anderen Fällen machte ich nur einen vorübergehenden erfolglosen oder wenigstens nicht ermuthigenden Versuch mit der pneumatischen Behandlung und stand dann sehr bald wieder davon ab.

---

1) Vergl. S. 316.
2) Vergl. S. 284 ff.

Bemerken möchte ich nur noch, dass ich bei meinen Beobachtungen den Eindruck gewann, dass es nicht zweckmässig sei, Herzkranke den pneumatischen Apparat zu lange hinter einander regelmässig gebrauchen zu lassen. Ich hatte die besten Resultate, wenn ich die Kur auf nur 4 bis höchstens 8 Wochen beschränkte und dann mehrere Monate pausiren liess, oder wenn ich nach eingetretener Besserung die comprimirte Luft nicht mehr täglich, sondern allmälig immer seltener gebrauchen liess. Diejenigen Kranken, welche sich selbst einen Apparat anschafften und meiner Controle entrückt, dem Grundsatz huldigten: mehr hilft mehr, hatten die am wenigsten günstigen Enderfolge.

Casuistik.

41. Insufficientia valvul. mitral. et Bronchitis. 25. November 1873. Krs., Kantor und Lehrer, 50 Jahre alt, leidet seit 10 Jahren mit wenigen Unterbrechungen an chronischem, häufig exacerbirendem Muskel- und Gelenkrheumatismus; in den Jahren 1864, 1866, 1871, 1873 hatte er Rheumatismus articulorum acutus. Seit derselben Zeit besteht Husten, gleichfalls mit häufiger Exacerbation, seit dem April 1873 sich dauernd verschlimmernd. Herzklopfen und Athemnoth, schon früher häufig belästigend, ist seit dem April 1873 gleichfalls permanent geblieben und hat sich in den letzten 6 Wochen (seit anfangs October) zu dem höchsten Grade gesteigert. Pat. ist Tag und Nacht von der Dyspnoë heimgesucht, kann nicht das mindeste verrichten ohne Steigerung derselben zum unerträglichen; die ganze Nacht muss er meist aufrecht im Bette sitzen (Orthopnoë) ohne Schlaf und Ruhe zu finden, nur auf Minuten vermag er auf der linken Seite zu liegen, rechts und auf dem Rücken überhaupt nicht.

Als ich Pat., der mir vom Herrn Kollegen San.-R. Dr. Liebert überwiesen war, am 25. November 1873 zum ersten Male sah, bot er das Bild der hochgradigsten subjectiven und objectiven Dyspnoë dar, so dass er nicht im Stande war, wenige Worte hinter einander zu sprechen. Ausserdem bestand auffällige Cyanose des Gesichts und der Hände. Puls ziemlich frequent, wenig gespannt, klein; Arterienrohr eng, geschlängelt. Brust stark ektatisch. Herzstoss im 6. Intercostalraum in einer breiten welligen Linie, nach aussen von der Mammillarlinie beginnend und nach innen von derselben hinüberreichend, sicht- und fühlbar, wenig resistent. Herzdämpfung abnorm breit, überragt um ca. 3,5 Ctm. die Mammillarlinie nach aussen, besonders verbreitert im oberen Umfange; auch Erweiterung der Herzdämpfung über die rechte Parasternallinie hinaus. Ueberall in der Herzgegend, am lautesten an der Hersspitze, hört man ein systolisches Aftergeräuch an Stelle des Tons. Pulmonalarterienton verstärkt. Ueber den Lungen überall vesiculäres Athmen und Pfeifen. Vitale Lungencapicität 1300 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm.

Ich lasse den Kranken sofort comprimirte Luft inspiriren, worauf er eine unmittelbare Erleichterung fühlt, sichtlich auch die Dyspnoë sich vermindert hat, und der Puls etwas voller und härter geworden ist. Der Gebrauch der comprimirten Luft wird nunmehr täglich fortgesetzt und mit so eclatantem Erfolg, dass von Tag zu Tag subjective und objective Dyspnoë nebst dem Herzklopfen sich vermindert, Pat. bald in der Nacht liegend zu schlafen vermag, dass auch der Husten nachlässt, der Puls wenig frequent, mässig voll und etwas gespannt erscheint, und auch die Cyanose weicht. Bereits nach 14 Tagen fühlt sich Pat. so wohl und kann so anhaltend ohne Dyspnoë sprechen, dass er seine Lehrthätigkeit wieder aufnimmt und ohne Anstrengung zu empfinden täglich unterrichtet.

Pat. setzt die Kur bis zum April 1874 mit häufigen kürzeren oder längeren Unterbrechungen fort, welche grösstentheils durch intercurrenten exacerbirenden Muskelrheumatismus bedingt werden. Dyspnoë und Herzklopfen kehrt während des ganzen Winters nicht wieder, auch der Husten bleibt gemildert, exacerbirt aber im Frühjahr mit ziemlicher Heftigkeit. Der zunehmende Rheumatismus, welcher den Pat. an das Zimmer fesselt, bestimmt ihn, sich selbst einen pneumatischen Apparat anzuschaffen, wodurch ich ihn aus den Augen verlor.

Wie ich von dem behandelten Herrn Collegen vernahm, steigerte sich später der Rheumatismus und zeitweise auch die Bronchitis, wodurch der Patient immer mehr herunterkam. Im Sommer trat eine Gastro-Enteritis hinzu, an welcher der Kranke im August zu Grunde ging. Nach der Versicherung des Herrn Collegen Liebert war bis zum Tode des Pat. selbst bei der heftigsten Bronchitis niemals wieder eine auffallende Dyspnoë oder eine Klage über starkes Herzklopfen aufgetreten.

42. Insuff. valvul. mitral. 30. Januar 1874. L., Stud. med , 23 Jahre alt. Ohne dass eine acute Krankheit ihm erinnerlich wäre, leidet Pat. seit 6—7 Jahren an Herzklopfen, welches mit den Jahren zunahm und mit starker Dyspnoë sich verband. Vor 4 Jahren Haemoptoë, wobei etwa 1 Liter Blut auf einmal sich entleerte. Seit einigen Tagen Haemorrhoidalblutungen, gestern auch etwas Haemoptysis, kein Husten, Pat. war immer schwächlich, mager und blass. Die Athemnoth ist so gross, dass Pat. nur langsam gehen und die Treppen mit Mühe steigen kann.

Status praesens. Pat. ist von grossem Wuchs, sehr mager, stark anämisch. Er hat eine eigenthümlich schiefe Haltung beim Stehen und Gehen, gleich einem Scoliotischen; er hält die linke Körperseite concav nach unten gekrümmt und stützt hierbei häufig mit der linken Hand die Herzgegend. (Wahrscheinlich hat dies Bedürfniss, das Herz mit der Hand zu stützen, durch lange Jahre sich geltend machend, zu der schiefen Körperhaltung geführt.) Langer paralytischer Thorax. Herzpulsation sicht- und fühlbar im 6. Intercostalraum in einer Breite von ca. 3 Ctm,, gleich weit nach aussen wie nach innen von der Mammillarlinie. Puls sehr klein, wenig umfänglich, weich, 96. Die Perkussion ergiebt eine Ausdehnung der Herzdämpfung sowohl nach rechts um etwa

1 Ctm., als auch nach aussen von der Mammillarlinie um ca. 1 Ctm., besonders ist die obere Herzdämpfungsgrenze sehr nach links erweitert. An der Herzspitze hört man ein lautes systolisches Aftergeräusch, dasselbe weniger laut auch über der Aorta. Die Perkussion der Lungen ergiebt leichte Dämpfung beiderseits oben im 1. Intercostalraum neben dem Sternum; daselbst hört man vesiculäres Athmen und sparsames Rasseln. Vitale Capacität 1550 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die Behandlung besteht einzig und allein in Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{60}$, später bis $^1/_{50}$ Atmosphärendruck); anfänglich auch innerlich Acid. sulfuricum dilutum.

Pat. gebraucht die Kur ziemlich unregelmässig und mit häufigen wochenlangen Unterbrechungen bis zum 13. Juli 1874. Während dieser Zeit bessern sich sämmtliche subjective Erscheinungen. Herzklopfen und Dyspnoë tritt immer seltener und später nur noch bei schnellem Gehen und Treppensteigen auf. Pat. sieht kräftiger und weniger blass aus. Die schiefe Körperhaltung tritt nur noch zeitweise und weniger auffällig hervor. Der Puls ist voller, gespannter, grösser, weniger frequent (im Durchschnitt 84—90) geworden. Perkussion und Auscultation ergeben keine Veränderung; nur dass die Rasselgeräusche verschwunden sind. Am 13. Juli. Vitale Capacität 2000 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 80 Mm.

Am 20. December 1874 kommt Pat. wieder zu mir. Er hat sich während der ganzen Zeit vollkommen wohl befunden, weder Herzklopfen noch Athemnoth verspürt. Fühlt sich kräftig. Er gebraucht die comprimirte Luft mit häufigen Unterbrechungen weiter bis Ende Februar, aber nur wöchentlich 2—3 Mal. Befinden während des ganzen Winters vollkommen ungestört. Keinerlei Klagen. Gutes Aussehen. Ziemlich gute Körperhaltung. Haemoptysis ist nicht wiedergekehrt.

15. März 1875. Untersuchung der Brust: Herzstoss etwas nach aussen von der Mammillarlinie bis zu dieser hin im 6. Intercostalraum, ein wenig resistent. Innere Herzdämpfungsgrenze reicht bis zu 3 Ctm. nach rechts vom rechten Sternalrand, äussere Grenze 2 Ctm. nach aussen von der linken Mammillarlinie. Lautes systolisches Aftgeräusch unverändert wie früher. In den Lungen keine Dämpfung mehr nachweisbar. Reines vesiculäres Athmen. Puls ist voller, grösser und gespannter als zuvor, wenn auch immer noch nicht, wie es scheint, der Norm entsprechend. Vitale Capacität 2300 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 86 Mm.

43. Insufficientis valvul. mitral. 20. November 1874. Pu., Stud. theol., 24 Jahre alt, vom Herrn Oberstabsarzt Dr. Heck in Bromberg mir überwiesen. Im 13. Lebensjahre in Folge einer Erkältung bei einem Eiseinbruch zum ersten Male Rheumatismus articulorum acutus. Dieselbe Erkrankung, bald mehr bald weniger heftig, wiederholte sich in den folgenden Jahren zum öfteren, am heftigsten im Jahre 1869, von welcher

Zeit an die Beschwerden am Herzen auftraten. Dieselben äusserten sich in starkem Herzklopfen, Schmerzen in der Herzgegend und Luftbeklemmung, und verstärkten sich besonders bei Aufregungen und schnellen Bewegungen. Ausserdem kehrten die rheumatischen Gelenkschmerzen häufig wieder, sich zuweilen so steigernd, dass Pat. fieberte und bettlägerig wurde. Es wurde dem Pat. eine Fontanelle am Arme gelegt; seitdem liessen die rheumatischen Beschwerden nach und kehrten in der früheren Heftigkeit nicht wieder, nur noch bei Witterungswechsel macht sich leichtes Reissen in den Gelenken bemerklich. Die Schmerzen in der Herzgegend liessen gleichfalls ein wenig nach, blieben aber noch bis zum heutigen Tag sehr quälend. Desgleichen blieb das Herzklopfen und die Athemnoth unverändert bestehen. Im Jahre 1872 machte Pat. einen Flecktyphus durch, und $\frac{1}{4}$ Jahr später, als er sich noch kaum davon erholt hatte, bekam er eine Haemoptoë, wobei er etwa 1 Liter Blut entleerte. Seitdem wiederholte sich die Haemoptoë häufig, aber nicht so hochgradig wie damals. Kurz vor Weihnachten 1873 trat jedoch die Haemoptoë mit ganz besonderer Heftigkeit auf. Pat. will dabei etwa $1\frac{1}{2}$ Liter nach einander während mehrerer Tage entleert haben. Er erholte sich von dieser Attaque sehr schwer; die Brustschmerzen waren seitdem stärker als je zuvor und blieben es. Auch die Haemoptysis wiederholte sich oft in leichtem Grade, zuletzt gestern. Pat. hatte mich schon im Jahre 1873 einmal consultirt, und hatte ich damals bereits das Bestehen einer Insufficienz der Mitralklappe festgestellt.

Pat. ist gross gewachsen, ziemlich kräftig gebaut, von zarter durchsichtiger Haut, rother Gesichtsfarbe. Radialis ist geschlängelt, wenig umfänglich, Puls ziemlich klein und weich, 90—100 in der Minute; die Enge der Arterie steht in ganz besonderem Contrast zu dem sonst kräftigen Körperbau. Herzstoss wenig resistent, ist im 6. Intercostalraum in der Mammillarlinie fühl- und sichtbar. Die Perkussion des Herzens und der Lungen ergiebt nichts abnormes. Lautes systolisches Aftergeräusch an der Herzspitze, leiser auch über der Aorta. Vitale Lungencapicität 2600 Ccm. Am Pneumatometer mass ich nicht, wegen der kurz vorhergegangenen Haemoptysis.

Die Behandlung bestand in Einathmungen comprimirter Luft, welche Pat. den ganzen Winter hindurch anfangs täglich, später immer seltener, zuletzt nur 1—2 Mal wöchentlich, ausserdem mit häufigen längeren Unterbrechungen, gebrauchte. Anfänglich wurde daneben innerlich Acid. sulfuric. dilut. gereicht und später vorübergehend wiederholt.

Pat. verspürte von der ersten Zeit der Behandlung an sehr wesentliche Erleichterung aller seiner Beschwerden. Die Schmerzen in der Herzgegend und die Brustbeklemmungen verloren sich ganz, traten auch nicht mehr oder nur unbedeutend bei Aufregungen und Anstrengungen hervor; auch beim Treppensteigen weniger Kurzathmigkeit. Ueber Herzklopfen klagt Pat. überhaupt nicht mehr. Die Haemoptysis ist seit dem ersten Gebrauch der Kur nicht wiedergekehrt. Er fühlt sich so wohl, wie seit lange nicht.

8. März 1875. Puls ist ziemlich voll, mässig gespannt, mässig gross, kaum noch geschlängelt, 84. Die Auscultation ergiebt das gleiche Resultat wie am Anfang. Dagegen weist die Perkussion eine Erweiterung des Herzumfangs sowohl nach links wie nach rechts, um je 3 Ctm. nach aussen von der linken Mammillarlinie und vom rechten Sternalrand, nach. Es hat sich somit eine compensatorische Hypertrophie sowohl der linken wie der rechten Herzhälfte ausgebildet. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.

44. Stenosis ostii venosi sinistri. 24. Januar 1874. Frau Schlz., 36 Jahre alt, seit 1 Jahr viel Gram um den Tod ihres Mannes, seitdem starkes Herzklopfen, mehr und mehr zunehmend, mit Dyspnoë verbunden, bei jeder Erregung oder stärkeren Bewegung zum unerträglichen sich steigernd. Vor ¼ Jahr Haemoptysis, seitdem Hüsteln, zunehmende Abmagerung. Appetit schlecht. Stuhl sehr retardirt. Schlaf gestört.

Pat. ist von schwächlichem Körperbau, ausserordentlich mager, dyspnoëtisch. Brust schmal. Die linke Infraclaviculargrube bleibt bei tiefer Inspiration gegen die rechte zurück. Daselbst so wie links hinten oben ist der Perkussionsschall gedämpft, das Athmungsgeräusch verschärft vesiculär. Percussion des Herzens ergiebt keine abnormen Grenzen, eben so bei der Inspection des Herzens nichts abnormes wahrnehmbar. An der Herzspitze diastolisches Aftergeräusch, laut blasend, lange ausgezogen (präsystolisch). Ueber der Aorta und der Pulmonalis sowie am Processus xiphoideus reine Herztöne, das diastolische Aftergeräusch theils gar nicht hörbar, theils vom Ton überdeckt. Pulmonalarterien- und Aortenton verstärkt. Systolischer Ton überall leise. Puls sehr eng, klein, wenig gespannt, 110, oft aussetzend. Vitale Lungencapacität 500 Ccm. (Am Pneumatometer wurde wegen zu grosser Schwäche der Kranken nicht gemessen.)

In diesem Falle besteht demnach ausser der Stenosis ostii venosi sinistri auch eine V e r d i c h t u n g im l i n k e n o b e r e n L u n g e n l a p p e n, höchst wahrscheinlich Folge eines h ä m o r r h a g i s c h e n I n f a r c t s.

Die Behandlung besteht in Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{60}$ Atmosphärendruck, später auf $^1/_{50}$ Atmosphärendruck allmälig steigend.) Schon in den ersten Tagen lässt Herzklopfen und Dyspnoë wesentlich nach, Pat. kann ohne Mühe grosse Wege machen und Treppen steigen. Der Puls wird voller, härter, nicht aussetzend, weniger frequent (84—90). Schlaf und Appetit besser. Aussehen auffallend gehoben.

Im Februar befindet sich Pat. subjectiv so wohl wie seit dem Beginn ihrer Krankheit nicht. Sie ist voller und kräftiger geworden. Nur noch selten Herzklopfen und Dyspnoë. Husten unbedeutend, Tage lang ganz fehlend. Appetit und Schlaf geregelt. Am 26. Februar vitale Lungencapacität 2100 Ccm. Die linke Infraclaviculargrube bleibt kaum noch bei der Inspiration gegen die rechte zurück, nur noch geringe Dämpfung daselbst. Diastolisches Aftergeräusch wie früher.

Am 6. März erschrickt Pat. sehr heftig durch das Zerbrechen eines Glases. Wieder vermehrtes Herzklopfen, zwei bis drei Tage andauernd. Dann wieder vollkommenes Wohlbefinden.

Am 13. März: Beendigung der Kur. Pat. fühlt sich so gesund und kräftig wie vor ihrer Krankheit. Keine subjectiven Beschwerden mehr, weder Herzklopfen noch Dyspnoë. Kein Husten. Puls 88, regelmässig, mässig gross und gespannt; Arterienrohr umfänglicher. Die Untersuchung der Lungen ergiebt keine Spur von Dämpfung mehr, die linke Seite wölbt sich ebenso gut wie die rechte. Das Athmungsgeräusch links oben ist vesiculär, daneben ist zuweilen Pfeifen hörbar. Das präsystolische Geräusch besteht fort; überhaupt ergiebt die objective Untersuchung des Herzens keine Aenderung, nur dass der systolische Ton lauter geworden ist. Vitale Capacität 2100 Ctm.

Pat. reist in ihre Heimath. Noch mehrere Monate später erfuhr ich, dass sie sich andauernd wohl befand.

45. Stenosis ostii venosi sinistri. 11. December 1874. Frau Hg., 36 Jahre alt. Litt seit langen Jahren viel an chronischem Rheumatismus, vor 2 Jahren an Rheumat. articul. acut. Seit 3 Jahren nach einem Puerperium Schmerzen in der Herzgegend und Herzklopfen, allmälig sehr verstärkt, so dass der Nachtschlaf gestört ist. Dyspnoë bei Bewegungen. Pat. vermag seit dem Beginn des Leidens nicht wenige Minuten lang auf der linken Seite zu liegen, ohne Beklemmung und Steigerung der Schmerzen. Pat. ist von ziemlich grossem Wuchs, mässig kräftigem Körperbau, röthlicher Gesichtsfarbe. Puls 72, klein, weich, Arterie eng, geschlängelt. An Stelle des Herzstosses beobachtet man bei der Inspection der Brust ein Erzittern der ganzen Region der linken Mamma, am stärksten in der Mammillarlinie. Die Perkussion des Herzens ergiebt eine Erweiterung seiner oberen äusseren Grenze. An der Herzspitze hört man ein sehr lautes langgezogenes präsystolisches Aftergeräusch an Stelle des diastolischen Tons; das gleiche Geräusch ist viel leiser über der Aorta hörbar, von einem reinen diastolischen Ton überdeckt. Lungen gesund.

Erst am 8. Februar 1873 stellt sich mir Frau Hg. zum zweiten Male vor, um die vorgeschlagene Kur, bestehend in Inspirationen comprimirter Luft (zuerst $^1/_{80}$, später auf $^1/_{60}$ Atmosphärendruck steigend; 2, später 3 Cylinder), zu beginnen. Die Leiden der Pat. haben seitdem sich zur Unerträglichkeit gesteigert. Um die Weihnachtszeit Anfall von „Brustkrampf", ¼ Stunde dauernd, von so bedeutender Heftigkeit, dass Pat. zu erliegen fürchtete. Seitdem keine Nacht Schlaf, keine Stunde ohne Herzschmerzen, Herzklopfen und Beklemmung. Die Untersuchung des Pulses und des Herzens ergiebt dasselbe Resultat wie am 11. December. Vitale Capacität 2000 Ccm. Inspirationszug 62 Mm. Exspirationsdruck 30 Mm.

Schon nach wenigen Sitzungen lässt der Schmerz in der Herzgegend sowie das Herzklopfen wesentlich nach, ebenso die Dyspnoë. Bereits in der zweiten Nacht vermag Pat. 10 Minuten lang auf der linken Seite zu liegen, was sie seit 3 Jahren nicht vermochte. Auch der Puls wird merklich voller, grösser, etwas mehr gespannt. Subjectives Wohlbefinden im ganzen wesentlich gebessert.

Der Schlaf ist einige Nächte hindurch besser, so dass Pat. wenigstens Stunden lang schläft; aber es folgen auch dazwischen wieder fast ganz schlaflose Nächte. Auch tritt nach einer vollkommen freien Pause von mehreren Tagen wieder Schmerz in der Herzgegend auf; des letzteren wegen verordne ich neben der pneumatischen Kur noch Veratrin-Einreibungen, der Schlaflosigkeit halber Bromkalium, 3—4 Mal täglich 0,6 Gramm.

10. März. Der Schlaf in den Nächten ist besser geworden, wenn auch oft noch sehr gestört. Die Schmerzen sind seit 3 Wochen vollkommen gewichen. Keine Spur von Herzklopfen oder Dyspnoë. Puls merklich voller, grösser, resistenter, weniger geschlängelt. Pat. vermag Stunden lang ohne jede Beschwerde auf der linken Seite zu liegen. Vollkommen subjectives Wohlbefinden. Gutes Aussehen. Resultat der Perkussion und Auscultation unverändert. Vitale Capicität 2300 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 64 Mm.

46. Stenose und Insufficienz der Mitralklappe. 9. Juli 1874. Rlb., Lehrer, 57 Jahre alt. Er giebt an, vor 34 Jahren am „Nervenfieber", vor 6 Jahren an einer Leberkrankheit und vor 4 Jahren an „Lungenentzündung" gelitten zu haben. Vor 2 Jahren wurde zuerst eine Unregelmässigkeit des Pulses constatirt, die seitdem geblieben ist. Anhaltendes Herzklopfen ist erst seit dem April vorhanden, wurde zwar immer durch Digitalis etwas gemildert, aber nicht gehoben. Dyspnoë beim Treppensteigen. Appetit und Stuhlgang nicht abnorm.

Puls ist so unregelmässig, dass die Zahl der Pulsschläge nicht zu zählen ist: es wechseln eine Reihe sehr niedriger, schnell auf einander folgender Wellen mit etwas höheren Wellen und mit Pulspausen ab, die letzteren sind bald häufiger, bald seltener. Auch die grössten Pulswellen sind immer noch ziemlich klein, bei den kleinsten ist die Erhebung kaum fühl-, geschweige zählbar. Die Radialis, zwischen den Fingern gerollt, ist fadenförmig dünn, geschlängelt, ausserordentlich leicht zusammendrückbar. Bei der Inspection des Thorax beobachtet man anstatt eines circumscripten Herzstosses ein über die ganze Herzgegend verbreitetes Erzittern der Brustwand, am stärksten jedoch nach aussen von der Mammillarlinie im 5. und 6. Intercostalraum. Die Percussion ergiebt eine Erweiterung der Herzdämpfung um 5 Ctm. nach aussen von der Mammillarlinie und auch des rechten Ventrikels um 2 Ctm. vom rechten Sternalrand; besonders vergrössert erscheint der linke obere Umfang des Herzens, d. h. die Region des linken Vorhofs. An der Herzspitze hört man ein lautes scharfes systolisches und ein leiseres diastolisches Aftergeräusch; über der Aorta einen lauten diastolischen Ton und daneben ein Aftergeräusch, welches sich von der Diastole bis zur Systole hinzieht (präsystolisch) und in ein leises systolisches Aftergeräusch sich fortsetzt. Am Proc. xiph. und über der Pulmonalis hört man neben den fortgeleiteten Geräuschen reine Töne, den diastolischen Ton verstärkt. Lungen und übrige Organe nicht abnorm. Vitale Capacität 2100 Ccm. Inspirationszug 94 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die am 9. Juli eingeleitete Behandlung besteht einzig und allein in täglicher Einathmung comprimirter Luft.

Die Wirkung auf den Puls ist eine wahrhaft überraschende. Schon nach dem ersten Gebrauche der comprimirten Luft ist der Puls weniger unregelmässig, voller und kräftiger. In den folgenden Tagen wird derselbe immer regelmässiger, und nach kaum einer Woche setzt der Puls niemals mehr aus und schlägt in vollkommen regelmässigem Typus, nur dass zuweilen ein oder mehrere Male während einer Minute ein Puls von niedrigerer Welle mit unterläuft. Gleichzeitig vermindert sich schon vom ersten Tage an das Herzklopfen und verliert sich in den folgenden Tagen fast ganz, nur hin und wieder zeigt sich eine Andeutung desselben. Die Dyspnoë beim Treppensteigen schwindet gleichfalls, und nach kaum 8 Tagen der Kur hat Pat. keine subjective Krankheitsempfindung mehr und fühlt sich ganz wie ein Gesunder. Die Besserung erhält sich ohne Störung, und schon am 20. Juli verlässt Pat. Berlin und beendet die Kur, um falls die Erscheinungen wiederkehren, sie von neuem aufzunehmen. Vitale Capacität 2800 Ccm. Inspirationszug 105 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm. Untersuchung der Brust ergiebt keine Aenderung der objectiven Zeichen.

Wie die Krankheit weiter verlief, habe ich nicht erfahren.

47. Stenosis und Insufficienz der Mitralklappe. 7. April 1873. Grscrt., Beamter, 42 Jahre alt. Hatte im 7. Lebensjahre eine Kniegelenkentzündung, von der eine Ankylose zurückgeblieben ist. Vor 4 Jahren zum ersten Male leichte Haemoptysis, die sich seitdem zum öfteren, jedesmal in leichtem Grade, wiederholte. Selten etwas Husten. Dagegen besteht seit mehreren Jahren Kurzathmigkeit, Brustbeklemmung, Herzklopfen, welche Symptome sich in den letzten 2 Monaten sehr gesteigert haben. Während der letzten Monate haben auch die Kräfte merklich abgenommen, Pat. fühlt sich sehr matt und ist auch etwas abgemagert. Ausserdem klagt er über Halsschmerzen und ist etwas heiser. Stuhl retardirt.

Die zuerst am 7. April 1873 vorgenommene Untersuchung ergiebt: Ziemlich starker Knochenbau, Haut sehr blass und pastös, mässiger Panniculus adiposus. Objective Dyspnoë. Thorax breit, gut gewölbt. Herzstoss sehr verbreitert, zitternde Pulsation sichtbar im 6. Intercostalraum, rechts und links von der Mammillarlinie in einer Breite von 7 Ctm., dabei ohne grosse Resistenz bei der Palpation. Puls ausserordentlich unregelmässig, schwer zählbar, etwa 100 — 120 in der Minute, ausnehmend klein und leer, leicht zusammendrückbar, geschlängelt. Die Herzdämpfung überragt die Mammillarlinie nach aussen um 3 Ctm. An Stelle beider Herztöne hört man an der Herzspitze leise Geräusche, sowohl ein systolisches als ein diastolisches und zwar nicht ganz rhythmisch; das diastolische Geräusch tritt präsystolisch auf, ist schabend, das systolische mehr hauchend. Durch die Unregelmässigkeit des Herzschlags ist es schwer, sich in diesen Geräuschen zurechtzufinden. Ueber der Aorta und der Pulmonalis so wie am Processus xiphoideus hört man normale

Herztöne, aber ausserordentlich leise und theilweise von den fortgeleiteten Aftergeräuschen überdeckt. Die Lungen sind gesund. Pharynx und Larynx geröthet. Urin nicht abnorm.

Der Pharyngo-Laryngealcatarrh wird örtlich behandelt und beseitigt. Innerlich verordnete ich Schwefel; abwechselnd auch Digitalis. Letztere hatte Pat. bereits sehr viel ohne wesentlichen Erfolg gebraucht. Im Sommer geht Pat. nach Kissingen.

Am 21. October stellt er sich mir wieder vor. Er hatte sich in Kissingen leidlich wohl befunden, war besonders weniger matt und fühlte sich kräftiger als zuvor. Dagegen hatte die Brustbeklemmung und der unregelmässige Herzschlag, den Pat. selbst deutlich fühlt, fortbestanden. In den letzten Wochen hat sich das Herzklopfen zu einer früher noch nicht dagewesenen Höhe verstärkt; desgleichen die Kurzathmigkeit und die Brustbeklemmung. Seit 14 Tagen besteht ausserdem Husten, zuweilen mit Blutstreifen im Auswurf. Auch die Stimme ist wieder rauh. Grosse Mattigkeit.

Die Untersuchung der Brust ergiebt Status idem wie im April. Nur treten die Aftergeräusche viel lauter hervor. Die Unregelmässigkeit des Pulses erreicht den denkbar höchsten Grad. Kaum 2 bis 3 Pulsschläge folgen in gleichem Rhythmus auf einander, sondern bald setzt der dritte, bald schon der zweite Puls aus, bald folgen einige Pulse sehr schnell auf einander, dann tritt eine kleine Pause ein, dann wieder seltener Puls u. s. w.; ausserdem sind die Pulse von ungleicher Grösse: sehr kleine, kaum fühlbare Pulse wechseln mit etwas grösseren ab, aber selbst die grössten Pulse sind relativ sehr klein; das Arterienrohr ist geschlängelt, leer, fast fadenförmig. Wegen seiner Unregelmässigkeit ist der Puls kaum zählbar; zuweilen jedoch gelang es mir, 120—140 Pulsschläge in der Minute zu zählen. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm. Vitale Capacität 3500 Ccm. Die Laryngoskopie ergiebt leichte Pharyngo-Laryngitis. Urin nicht abnorm.

Die Behandlung besteht allein in Inspirationen comprimirter Luft. Ausserdem wird Pharynx und Larynx mit Tanninlösung touchirt, worauf der Catarrh bald weicht.

Schon unmittelbar nach dem ersten Gebrauch der comprimirten Luft erscheint der Puls voller, grösser, gespannter und viel weniger unregelmässig als zuvor. Es folgen wenigstens immer mehrere regelmässige Pulsschläge auf einander, ehe ein Pulsschlag ausbleibt oder verspätet eintritt, auch sind die einzelnen Pulsschläge an Grösse nicht mehr so verschieden wie zuvor.

Mit dem Fortgebrauch der comprimirten Luft wird die Besserung des Herzschlags und des Pulses eine stetige. Ich hätte eine derartige prompt eintretende und andauernde Wandlung des Pulses, den ich bereits im Frühjahr zuvor Wochen lang täglich beobachtet und durch Digitalis oder andere Medication nicht im mindesten verändert gefunden hatte, nimmermehr für möglich gehalten, hätte ich sie nicht selbst in diesem hochgradigsten Falle beobachtet.

Mit dem regelmässiger und voller werdenden Pulse ging eine Besserung der subjectiven Symptome Hand in Hand. Das Herzklopfen wurde immer seltener, wurde zeitweise selbst gar nicht mehr empfunden. Dyspnoë und Beklemmung wich, desgleichen der Husten. Haemoptysis war in den ersten Tagen nur noch geringfügig wiedergekehrt, später gar nicht mehr. Pat. fühlte sich wohl und kräftig und arbeitete anstrengend in seinem Amte. Percussions- und Auscultationserscheinungen am Herzen blieben unverändert.

Pat. gebrauchte die Kur bis Anfangs December ziemlich regelmässig, später bis zum März sehr unregelmässig und mit häufigen längeren Pausen. Sein Wohlbefinden dauerte während des ganzen Winters an. Herzklopfen und Beklemmung war nur noch selten fühlbar. Der Puls war meist so weit regelmässig, dass man oft eine halbe bis 1 Minute zählen konnte, ohne dass er aussetzte, auch war er voller, grösser, resistenter geblieben. Zahl der Pulsschläge meist 90 — 100. Nur zeitweise trat wieder vorübergehend eine grössere Unregelmässigkeit des Herzschlags auf.

Im April trat ein Magencatarrh hinzu, der sich im Mai steigerte und den Kranken sehr herunterbrachte. Zugleich kehrten die früheren Beschwerden am Herzen, wenn auch weniger heftig, wieder. Die von neuem begonnenen Inspirationen comprimirter Luft konnten nur sehr unregelmässig gebraucht werden, da Pat. sehr matt und theilweise ans Bett gefesselt war. Die Wirkung blieb deshalb eine beschränkte. Im Juni ging Pat. aufs Land. Im August starb er. Näheres konnte ich nicht in Erfahrung bringen.

Vergleichung der pneumatischen Cabinette mit dem transportablen pneumatischen Apparat.

In meinem Lehrbuch der respiratorischen Therapie[1]) habe ich die Wirkung und die Indicationen der pneumatischen Cabinette sowohl wie des Höhenklimas ausführlich erörtert und muss deshalb auf eine wiederholte Darlegung des Gegenstandes an dieser Stelle verzichten. Hier will ich nur eine vergleichende Skizze zwischen dem pneumatischen Cabinet und dem transportablen pneumatischen Apparate entwerfen, um diejenigen Punkte, in wel-

---

1) Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc. 2. Aufl. 1872. Verlag von Georg Reimer. S. 751 ff. — Vergl. auch hier die Literatur über den Gegenstand.

chen die Wirkungen beider einander ähnlich und nicht minder diejenigen, in welchen sie von einander unterschieden sind, auseinanderzusetzen. Ich bin hierzu gezwungen, um der Wahrheit zu ihrem Rechte zu verhelfen, wenn ich auch lebhaft bedaure, dass das materielle Interesse der Besitzer pneumatischer Cabinette darunter leiden könnte. Dieses möchte ich ungern schädigen, und ich werde mich deshalb bemühen, vollkommen vorurtheilsfrei sine ira et studio Licht- und Schattenseiten zu beleuchten. Dass ich gegen die pneumatischen Cabinette nicht voreingenommen bin, wird mir ein jeder bezeugen, der meine Arbeiten kennt. Schon vor elf Jahren[1]) habe ich ihrer Wirksamkeit Gerechtigkeit widerfahren lassen und sie in praxi häufig meinen Asthmatikern empfohlen; ich trat für sie ein, von ihrer Wirksamkeit befriedigt, zu einer Zeit, wo sie ausser mir fast allein nur noch bei den Leitern und Besitzern der pneumatischen Cabinette und dem eifrig strebsamen v. Vivenot in Deutschland Anhänger hatten, und wo mancher, der jetzt durch einige Erfolge plötzlich zu einem übertriebenen Enthusiasmus für die pneumatischen Cabinette bekehrt ist, noch zu den Verächtern derselben gehört, sie sogar verhöhnt und ihnen nach Kräften entgegengearbeitet hat. Ich hielt mich stets fern eben so wohl von ihrer Unterschätzung wie von ungerechtfertigtem Enthusiasmus; ich erkannte an, was nach meiner Ueberzeugung und Erfahrung sich bewährt hatte, gegen das übrige blieb ich reservirt. Auch jetzt halte ich noch einzelne Vorzüge derselben eben so aufrecht wie sonst, unbekümmert um manche Vorkommnisse der letzten Jahre, die mich in eine gewisse Gegnerschaft zu ihnen hineinzudrängen sehr geeignet gewesen wären.

Es wird der Schein verbreitet, die transportablen pneumatischen Apparate seien, wenn sie überhaupt nützen, im besten Falle nur Surrogate der pneumatischen Cabinette; wo diese, als die besseren und vollkommeneren Heilmittel, existiren, seien jene überflüssig. Dieser Schein wirkt auf die unwissende und gedankenlose Masse sehr überzeugend; denn die pneumatischen Cabinette

1) Vergl. die erste Auflage meines Lehrbuchs der respiratorischen Therapie. Berlin 1864. S. 543 ff.

sind sehr kostspielige Apparate, die nicht ein jeder besitzen kann, sie kosten eben so viele hunderte oder noch mehr als der transportable Apparat einzelne Thaler: was theurer ist, muss der gewöhnlichen Annahme nach auch besser und werthvoller sein, und werden gar jetzt noch neue Cabinette mit enorm grossen Kosten hergestellt, so ist der grössere therapeutische Werth derselben gegenüber den kleinen wohlfeilen transportablen Apparaten über jeden Zweifel erhaben! Dieser Schein wird aufrecht erhalten und verbreitet nicht nur von einzelnen[1]), deren materielles Interesse an die Cabinette seit lange geknüpft ist, sondern noch viel mehr von denjenigen, die eine moralische Verpflichtung beim Bau eines Cabinets auf anderer Kosten übernommen haben. Diese Demonstration des practischen Werths eines Gegenstandes nach dem, was es kostet, wirkt auf Unkundige an sich so überzeugend, dass ich selbst zu Gunsten der Betheiligten gern annehmen möchte, jener Schein sei unabsichtlich angeregt und nur von allzu eifrigen gedankenlosen Nachbetern verbreitet worden. Mir aber liegt die Aufgabe ob, den Schein zu brechen und das Sein herauszulösen.

Von vorn herein begegnet man gewöhnlich der Anschauung: die pneumatischen Cabinette müssten um vieles wirksamer sein

---

1) Ich freue mich, es hier offen aussprechen zu können, dass ich nur bei sehr wenigen Leitern pneumatischer Cabinette diese engherzige Auffassung gefunden habe. Die meisten wussten sich in die Veränderung, welche durch die Erfindung der transportablen Apparate plötzlich erfolgte, zu fügen. Einige schafften sich auch diese letzteren an — und dies ist der beste Weg zur Wahrung ihres materiellen sowohl wie ihres wissenschaftlichen Standpunkts. Die transportablen Apparate schliessen, wie wir sehen werden, die Cabinette keineswegs aus, und das Bestreben der dazu Berufenen muss es sein, die Indicationen beider genauer gegen einander abzuwägen und in geeigneten Fällen beide mit einander zu combiniren. Dies darf aber nicht in der Weise geschehen, wie es von G. Lange (Allg. med. Centralztg. No. 28ff. 1874) vorgeschlagen wurde, derart dass der Patient in der verdichteten Luft des Cabinets sich befindend, nach aussen in die freie Atmosphäre ausathmet. Hierbei würde — wenigstens für die gewöhnlich benutzte Druckhöhe des Cabinets — die Druckdifferenz zwischen äusserem Thoraxdruck und vermindertem Lungendruck bei der Exspiration eine so colossale werden, dass sie kein Organismus ohne Gefährdung des Lebens zu ertragen vermöchte. Soll eine Druckdifferenz zur Wirkung kommen, so muss die Einrichtung so getroffen werden, dass dieselbe nicht grösser ist, als die für den transportablen Apparat sich bewährt hat.

als die transportablen Apparate, weil diese letzteren nur mit einem sehr geringen Drucke, jene mit einem unverhältnissmässig viel höheren Drucke (gewöhnlich $^2/_7$ — $^3/_7$, selbst bis zu $^1/_2$ Atmosph.) arbeiten. Man beliebt wohl auch zu verstehen zu geben, dass man bei den transportablen Apparaten nur aus Noth mit dem kleineren Drucke arbeitet, weil man grösseren nicht zu erzielen vermag. Wer nur einigermassen mit dem Gegenstand sich vertraut gemacht hat, weiss, dass dies ein Irrthum ist. Ich glaube zur Genüge bewiesen zu haben, dass wir mit der Steigerung der Druck- und Zugkraft über ein gewisses Maximum hinaus sehr vorsichtig sein müssen; die höchsten Druckkräfte, welche der transportable Apparat gestattet, dürfen wir überhaupt niemals in der Therapie verwenden. Die pneumatischen Cabinette arbeiten nur deshalb mit viel grösseren Druckkräften als die transportablen Apparate, weil die Art ihrer Wirkung eine ganz andere ist als die der letzteren. Bei den transportablen Apparaten wirken wir durch die Differenz zwischen dem auf den Lungen einerseits und dem auf dem Thorax und dem ganzen übrigen Körper andererseits lastenden Drucke. Diese Differenz ist aber die volle Druck- und Zugkraft, welche wir in Anwendung ziehen. Bei den pneumatischen Cabinetten dagegen ist jene Differenz gleich Null, denn derselbe erhöhte Druck lastet nicht einseitig nur auf den Lungen allein, sondern in gleicher Weise auch auf der äusseren Oberfläche des Thorax und des gesammten Körpers; der äussere und der innere Druck halten einander das Gleichgewicht, und deshalb kann der Organismus ohne Schaden eine so hohe Drucksteigerung — freilich nur wenn sie allmälig, nicht plötzlich geschieht — ertragen.

Bei den transportablen pneumatischen Apparaten ist es die Differenz des äusseren und inneren Druckes, welche allein alle mechanischen Wirkungen zur Folge hat, die wir kennen gelernt. Da diese Differenz bei den Cabinetten gänzlich fehlt, so könnte es sogar fraglich sein, ob eine mechanische Wirkung überhaupt eintritt. Von vielen wird diese geläugnet, von niemandem ist sie bisher in vollkommen exacter Weise nach allen Richtungen klar gestellt worden. Ich glaube dennoch, dass sie vorhanden ist, und

stütze mich hierbei auf einige durch zahlreiche Beobachtungen gewonnene festsehende Thatsachen.

Es ist erwiesen, dass nach längerem Gebrauch des pneumatischen Cabinets einerseits die vitale Lungencapacität allmälig sich steigert, andrerseits das Zwerchfell eine tiefere Stellung einnimmt und dadurch die vitale Mittelstellung der Lungen dem früheren Stande der tiefen Inspiration näher gerückt wird. Das Lungenvolumen ist demnach vergrössert worden, eine Wirkung, welche der der Inspiration comprimirter Luft am transportablen Apparate entspricht — nur mit dem Unterschiede, dass bei diesem letzteren der ganze Thorax ausgedehnt, durch das Cabinet dagegen allein oder hauptsächlich nur das Zwerchfell herabgedrängt wird. Ich kann diese Wirkung nur als eine mechanische deuten und möchte sie in folgender Weise erklären: Beim Aufenthalt in comprimirter Luft findet zwar der gleiche Druck auf die innere Oberfläche der Lungen wie auf den Thorax statt; es kann deshalb zwar der Thorax nicht ausgedehnt werden, aber dennoch könnte die Lunge als ein elastischeres Gewebe dem Drucke mehr nachgeben als die weniger elastische Thoraxwand. Am wenigsten nun dem äusseren Drucke ausgesetzt ist das Zwerchfell, weil es durch die Bauchhöhle geschützt, nicht direct von dem auf der äusseren Körperoberfläche lastenden Gegendruck betroffen wird. Das Zwerchfell wird demnach am wenigsten dem erhöhten Lungendruck Widerstand leisten. Hieraus lassen sich meiner Meinung nach die genannten Beobachtungen erklären. Auch die Verdichtung der Darmgase durch den äusseren Druck, indem sie den Abdominalraum verkleinert, unterstützt das Herabsteigen des Zwerchfells. Auf dieses letztere Moment legen v. Vivenot und andere das Hauptgewicht. Ich glaube jedoch, dass es nur einen nebensächlichen Werth hat.

Was nun die mechanischen Wirkungen des pneumatischen Cabinets auf die Circulation betrifft, so sind dieselben noch viel weniger aufgeklärt. Ueber die directe Wirkung auf das Herz sind wir ganz allein auf Hypothesen angewiesen. Experimentell physiologisch ist der Gegenstand noch nicht genügend erforscht, theoretisch ist die Sachlage viel zu complicirt, als dass sich a priori

zwingende Schlüsse aufbauen lassen. So viel scheint sicher, dass im pneumatischen Cabinet die mechanische Arbeit des Herzens erschwert wird. Zwar wird wohl der negative Lungendruck herabgesetzt und dadurch die Druckkraft des Herzens gesteigert; aber andererseits lastet der erhöhte Druck auch auf sämmtlichen Körperarterien und Capillaren, und setzt dem Einpumpen des Blutes in dieselben vermehrten Widerstand entgegen, ein Widerstand, der wahrscheinlich den Kraftgewinn bei weitem überwiegt. Dem entspricht auch die durch Beobachtungen festgestellte Thatsache, dass unter der Einwirkung des pneumatischen Cabinets der Puls klein, schwach, oft selbst fadenförmig und nahezu unfühlbar wird. Dem entspricht ferner die Warnung vieler Autoren, Herzkranke ins pneumatische Cabinet zuzulassen, und die gefährliche Wirkung, die bei diesen zuweilen beobachtet wurde (Pravaz. G. Lange).

Eine, wie es scheint, sicher gestellte mechanische Wirkung des pneumatischen Cabinets besteht in der veränderten Blutvertheilung. Die comprimirte Luft der Cabinette wirkt sicherlich am energischsten auf die peripherischen Theile, viel weniger auf die tieferen Organe ein; sie verdrängt deshalb das Blut von der Peripherie nach dem Centrum. Bekannt ist die Blässe der Haut und der sichtbaren Schleimhäute, welche unter ihrem Einfluss beobachtet wird. Es ist kaum zu zweifeln, dass auch die Lungen unter dieser Wirkung blutärmer werden. Wo bleibt nun aber das von der Peripherie verdrängte Blut? Wahrscheinlich fliesst es reichlicher den inneren Organen, namentlich dem Gehirn, und Rückenmark, der Leber, den Nieren, den tief gelegenen Muskeln u. s. w. zu. Ob nicht aber auch hier in der Tiefe, mit Ausnahme des vollkommen geschützten Hirns und Rückenmarks, der gesteigerte Luftdruck seine Wirkung auf Verkleinerung des Lumens der Gefässe entfaltet? Ob nicht die regelmässig beobachtete vermehrte Harn- und Schweisssecretion eine directe Folge dieses erhöhten Druckes ist, indem die Blutmenge überhaupt in ihrem Volumen durch Wasserabgabe vermindert und dadurch das Missverhältniss des verminderten Gefässlumens zu der Blutfülle ausgeglichen werden muss? Hier haben wir wiederum eine Hypothese,

die ich freilich für sehr wahrscheinlich halte, welche aber eines exacten Beweises noch harrt.

Wir sehen also, die mechanischen Wirkungen auf die Respiration und Circulation, so klar, einfach und präcis beim transportablen pneumatischen Apparat, sind eben so unklar, complicirt und grösstentheils noch hypothetisch für das pneumatische Cabinet. Die Sicherheit der mechanischen Wirkung ist die Stärke des transportablen Apparats, und gerade sie ist es, welche bisher noch dem Cabinet fehlt.

Wenden wir uns nunmehr zu den übrigen Wirkungen des pneumatischen Cabinets, so sind dieselben chemischer oder dynamischer Natur und beruhen, wie es scheint, allein auf der unter dem erhöhten Drucke vermehrten Sauerstoffzufuhr. Es giebt nun freilich bedeutende Physiologen, welche behaupten, die vermehrte Zufuhr von Sauerstoff habe gar keinen Einfluss auf eine vermehrte Aufnahme desselben ins Blut. Dennoch glaube ich, dass einerseits vielleicht schon unter dem Einfluss des erhöhten Druckes, andererseits ganz sicher bei pathologischen Zuständen, unter denen keine genügende Oxygenirung des Blutes statt hat, eine vermehrte Aufnahme von Sauerstoff ins Blut bewirkt werden kann. Ich wüsste anders die festgestellten physiologischen Wirkungen des pneumatischen Cabinets überhaupt nicht zu erklären. Diese Wirkungen sind folgende: Die Respirationsfrequenz wird vermindert und zwar oft sehr erheblich; die Pulsfrequenz wird gleichfalls vermindert; eine bestehende Dyspnoë wird gebessert oder beseitigt. Hier haben wir demnach ausserordentlich werthvolle Wirkungen, die meiner Meinung nach nur von der vermehrten Sauerstoffzufuhr abzuleiten sind.

In dieser letzteren Beziehung steht der transportable Apparat dem Cabinet entschieden nach; denn bei ersterem ist wegen des nicht so hohen Druckes die Mehrzufuhr von Sauerstoff überhaupt geringer, und ferner dauert die Einwirkung nicht so lange an wie im Cabinet, wo der Kranke gewöhnlich 2 Stunden zu verweilen pflegt. Ob wir nicht aber auch beim transportablen Apparat die gleiche Wirkung in kürzerer Zeit ebenfalls erzielen können, dadurch dass wir die Luft im Apparat zum grossen Theil mit Sauerstoff

mischen und demgemäss Sauerstoff unter erhöhtem Drucke zuleiten, müssen weitere Versuche lehren. Beruht die Wirkung des pneumatischen Cabinets auf Respiration und Circulation in Wirklichkeit auf vermehrter Sauerstoff-Aufnahme, so zweifle ich nicht, dass wir durch das angedeutete Verfahren mit dem transportablen Apparat analoges erreichen werden.

Wir haben bisher nur die physiologischen Wirkungen verglichen. Wenn wir den Werth eines Heilmittels nicht am wenigsten auch nach dem Grade schätzen, bis zu welchem seine Wirkung klar erforscht und auf sicherer, nicht hypothetischer Basis ruht, so glaube ich, wird wohl niemand nach dem Dargelegten zweifeln, dass der Vorrang dem transportablen Apparat und nicht dem Cabinette gebührt. Aber setzen wir nunmehr die Theorie bei Seite und wenden uns zur Praxis. Vielleicht kehrt sich dann das Verhältniss um?

Zunächst begegnet uns hier bei der Vergleichung der Umstand, dass wir im transportablen pneumatischen Apparat nicht ein einseitiges Heilmittel, sondern eine ganze Reihe verschieden wirkender, genau zu dosirender Heilagentien besitzen, die wir nach Belieben der Individualität des Kranken entsprechend zu modificiren und mit einander zu combiniren vermögen. Wir können die comprimirte Luft sowohl zur Inspiration wie zur Exspiration, eben so die verdünnte Luft für beide Phasen der Athmung benutzen, wir können verschiedene dieser Methoden alternirend und mit einander combinirt anwenden u. s. w.; kurz wir besitzen eine grosse Mannigfaltigkeit von Heilmitteln, jedes mit seinen bestimmten Indicationen. Wie verhält sich dem gegenüber das pneumatische Cabinet? Dasselbe bietet ein einziges, nicht modificirbares Heilmittel, das höchstens in der Zeitdauer der Anwendung oder in der Verschiedenheit des Druckes Individualisirung zulässt. Auch diese wird in den meisten Cabinetten nicht einmal ausgeübt, vielmehr werden nach einer und derselben Schablone alle Kranke, ganz gleichgültig was ihr Leiden ist, behandelt, alle unter gleichem oder nur unbedeutend verschiedenem Druck und mit gleicher Zeitdauer. Warum sind bisher nicht einmal eingehende Untersuchungen über die therapeutische Wirkung der ver-

dünnten Luft in Cabinetten gemacht worden? Sicherlich versprechen derartige Untersuchungen, da die Wirkung manche Analogie mit der des Höhenklimas darbieten muss, sehr lohnende Resultate. Da hätte man doch gleich ein neues Heilmittel, falls es sich bewährte, gewonnen. So lange man nicht in den Cabinetten zu neuen Versuchen übergeht, sondern aus Bequemlichkeit oder anderen Gründen sich lieber in dem altgewohnten Gleise fortbewegt, kann ich nur sagen: in den pneumatischen Cabinetten herrscht Einseitigkeit und Schablone, der transportable Apparat dagegen gestattet nicht nur, sondern gebietet Mannigfaltigkeit und Individualisirung.

Aber auch in der Einseitigkeit kann man vieles leisten, und die Zahl der Krankheiten, gegen welche dieses einzige Mittel empfohlen und gerühmt wurde, ist wahrlich keine kleine, ja fast Legion.

Am bedeutendsten und erprobtesten ist die Wirkung des pneumatischen Cabinets bei Asthma und Emphysem. Ich habe mich selbst vielfach von dem zuweilen sogar äusserst eclatanten Erfolg bei Asthma überzeugt, und halte die Wirksamkeit des Cabinets gegen diese Krankheit für eine unbestreitbare Thatsache. Hier müssen wir jedoch zweierlei aus einander halten: das Emphysem und die asthmatischen Anfälle. Gegen das Emphysem an sich ist das pneumatische Cabinet vollkommen machtlos. Es ist so weit entfernt, die ausgedehnten Lungen zu verkleinern, dass es umgekehrt sogar dieselben im ganzen für ihre mittlere Inspirationsstellung noch mehr vergrössert. Die Autoren, welche von Besserung oder Heilung des Emphysems unter dem Gebrauch des pneumatischen Cabinets sprechen, verstehen darunter nicht die Verkleinerung der ektatischen Lungen, sondern nur die Milderung oder Beseitigung der subjectiven Symptome, namentlich der Dyspnoë. Objectiv fanden sie: Vergrösserung der vitalen Lungencapacität, Deutlicherwerden des vesiculären Athmens und Verschwinden der pfeifenden Geräusche. Man lese v. Vivenot durch, auf den mich G. Lange[1]) verweist, und man wird fin-

1) Allgem. med. Centralzeitung No. 28 ff. 1874.

den [1]), dass er, ganz wie ich es angegeben, die Lungen sich vergrössern und das Zwerchfell — wegen der unter dem Einfluss der comprimirten Luft eintretenden Verdichtung der Darmgase — herabsteigen lässt. Schon Panum [2]), ein von allen hochangesehener Forscher, macht den Einwurf (1865): „Wenn der Aufenthalt unter verstärktem Luftdruck die Entfaltung der Lunge begünstigt, so kann ein solcher auf den mit Lungenemphysem Behafteten keineswegs heilbringend, vielmehr nur schädlich einwirken, da dessen bereits abnorm erweiterte Lunge noch mehr erweitert wird, folglich auch das Emphysem noch eine Steigerung erfährt.“ v. Vivenot antwortet auf diesen Einwand nicht damit, dass die angeführte Thatsache falsch sei und die ektatische Lunge sich in Wirklichkeit verkleinere, sondern er giebt das Factum zu, bestreitet aber, dass das Wesen des Emphysems in der Erweiterung der Lunge zu suchen sei, vielmehr sei die verminderte Contractilität der Lunge die Hauptsache, und unter dem Einfluss des pneumatischen Cabinets vermehre sich die Excursionsbreite des Zwerchfells zwischen In- und Exspiration. Ich erachte es nun freilich für vollkommen fehlerhaft, die Lungenektasie für gleichgültig zu halten, da gerade sie das Wesentliche für das frühere Stadium des Emphysems ist, und schliesslich, wie ich zeigte, die anatomischen Störungen aus ihr hervorgehen [3]). Darin aber stimme ich mit v. Vivenot überein, dass die Wirkung des pneumatischen Cabinets auf Emphysematiker in der Vermehrung der Excursionsbreite des Zwerchfells beim Athmen besteht. Das pneumatische Cabinet wirkt demnach nur symptomatisch, nicht radical; es wirkt ähnlich der Inspiration comprimirter Luft am pneumatischen Apparat [4]), nur dass diese, was mir vorzüglicher zu sein scheint, mehr auf die Erweiterung des ganzen Thorax, das Cabinet hauptsächlich nur auf das Herabsteigen des Zwerch-

---

1) v. Vivenot: Zur Kenntniss der physiologischen Wirkungen und der therapeutischen Anwendung der verdichteten Luft etc. Erlangen 1868. S. 170 und 532 ff.

2) Ibidem S. 170.

3) Vergl. S. 36 und 72.

4) Vergl. S. 310 ff.

fells wirkt. Was dagegen die Exspiration in verdünnte Luft am transportablen Apparat bewirkt, nämlich die wirkliche Verkleinerung der ektatischen Lungen, d. h. nicht nur eine symptomatische, sondern eine radicale Besserung oder Heilung des Emphysems, das vermag das pneumatische Cabinet überhaupt nicht zu leisten.

Zwar theilt v. Vivenot[1]) einen mit G. Lange gemeinschaftlich beobachteten Fall mit, in welchem die Lungengrenze eines Emphysematikers nach 5wöchentlichem Gebrauch des pneumatischen Cabinets höher hinauf gerückt war. Aber v. Vivenot ist weit entfernt, dieses Vorkommniss für die Regel auszugeben, und ich glaube, auch G. Lange, der unstreitig am meisten unter allen jetzt Lebenden in Deutschland um das pneumatische Cabinet sich verdient gemacht hat, wird schwerlich hierin seinem ehemaligen, dem Leben und der Wissenschaft leider zu früh entrissenen Freunde widersprechen wollen. Um die unter dem Einfluss des pneumatischen Cabinets gesteigerte Contractilität der Lungen zu erklären, greift man zu einer Hypothese: man behauptet, die comprimirte Luft erhöhe den Tonus des elastischen Lungengewebes[2]). Ich sehe in dieser Behauptung nichts als eine Phrase, wenigstens so lange, bis irgend welche Beweise dafür vorliegen werden. Alles was das pneumatische Cabinet beim Emphysem leistet, lässt sich allein einerseits aus der mechanischen Wirkung der comprimirten Luft zur Erweiterung der Lungen und zur Erhöhung ihrer Excursionsbreite beim Athmen, andererseits aus der vermehrten Sauerstoffzufuhr ableiten. Es resultiren hieraus sehr bedeutende symptomatische Erfolge, namentlich mehr oder weniger nachhaltige Besserung oder Beseitigung der bestehenden Dyspnoë. Nicht minder erklärt sich hieraus die Wirkung bei Asthma. Ich selbst kenne Fälle, in welchen Asthmatiker wäh-

1) a. a. O. S. 534.

2) Eine Erhöhung der Muskelkraft unter dem Einfluss der verdichteten Luft mag erwiesen sein (vergl. die von G. Lange mitgetheilten Versuche: Allgem. med. Centralzeitung No. 28. 1874); eine Vermehrung der elastischen Kraft des elastischen Gewebes dagegen, und auf diese kommt es hier vornehmlich an, ist bisher nicht demonstrirt.

rend ihres Anfalls das pneumatische Cabinet betraten und in demselben den Anfall verloren. Ferner wird die Wiederkehr der asthmatischen Anfälle meistens hinausgeschoben, oft auch eine Milderung der späteren Anfälle bewirkt.

Der Nutzen der pneumatischen Cabinette bei Asthma scheint mir demnach unzweifelhaft. Ich glaube nun freilich, dass dennoch in den meisten Fällen der transportable pneumatische Apparat mehr leistet als das Cabinet, schon aus dem einen sehr triftigen Grunde, weil mittelst des transportablen Apparats auch die begleitende Lungenektasie radical geheilt werden kann, mittelst des Cabinets nicht. Unter den von mir beobachteten Fällen — und einige davon sind oben in der Casuistik mitgetheilt — finden sich mehrere solche, in welchen Asthmatiker erfolglos das pneumatische Cabinet gegen ihre Anfälle benutzt hatten und später durch den transportablen Apparat das Asthma gebessert, das Emphysem geheilt wurde. Dennoch bezweifle ich nicht, dass es umgekehrt auch Fälle, namentlich von Asthma nervosum, geben kann, in denen das pneumatische Cabinet gegen die Anfälle mehr leistet, als der transportable Apparat. Wo die Ursache einer Krankheit noch so dunkel ist, wie bei Asthma nervosum, da ist auch der Erfolg oder Nichterfolg eines Heilmittels nicht selten unberechenbar.

Asthma und Emphysem sind, wie bereits hervorgehoben, diejenigen Krankheiten, bei denen der Nutzen des pneumatischen Cabinets nach übereinstimmendem Urtheil aller Sachverständigen am bedeutendsten sich herausgestellt hat, und bei denen, wie ich glaube, er nicht zu bestreiten ist. Gerade hier aber übertrifft ihn trotzdem, wie ich gezeigt habe, der transportable Apparat bei weitem. Nun giebt es noch eine sehr grosse Reihe anderer Krankheiten, gegen welche gleichfalls dem pneumatischen Cabinet eine grosse Wirksamkeit zugesprochen wird, ohne dass dieselbe bisher sich irgend wie Anerkennung zu verschaffen gewusst hat. Ich selbst will mich, da mir eigene Erfahrungen darüber fehlen, jedes Urtheils enthalten. Wir sind nicht befugt, über die von verschiedenen Autoren gemachten Beobachtungen und positiven Behauptungen einfach ignorirend oder gar negirend hinwegzugehen. Auf der anderen Seite müssen wir es aber doch für auffallend

erklären, dass dem ärztlichen Publicum so wenig Gelegenheit geboten wurde, sich von dem Nutzen der pneumatischen Cabinette bei anderen Krankheiten als bei Asthma zu überzeugen. Eben so gut wie mir und anderen Collegen zahlreiche Fälle von Asthma bekannt geworden sind, die im Cabinet erfolgreich behandelt wurden, sollte ich doch meinen, dass dies auch mit anderen Krankheiten der Fall sein müsste, wenn die gleiche Behandlung mit Nutzen von ihnen gebraucht worden wäre. Doch vielleicht beruht es auf einem Zufall, dass gerade ich und diejenigen Collegen, die ich darüber gesprochen, keine hierhergehörigen Fälle zu Gesicht bekamen; vielleicht oder wahrscheinlich ist auch die Zahl der so Behandelten zu klein, als dass sich mir die Gelegenheit zur eigenen Beobachtung bieten konnte. Mindestens ist es sicher, dass aus diesem oder irgend einem anderen Grunde das pneumatische Cabinet noch keine Anerkennung hat finden können. Für meine folgende kurze Darstellung will ich mich dennoch auf den Boden stellen, als seien alle von den Autoren bisher mitgetheilten therapeutischen Beobachtungen, obgleich unter sich noch vielfach disharmonirend, wirkliche Facta. Es gehören hierher nur noch wenige Krankheiten, welche sowohl für den transportablen Apparat wie für das Cabinet indicirt sind.

Hierher zählt in erster Reihe die Lungenschwindsucht. Ich will nicht untersuchen, welches von beiden Heilmitteln gegen diese mörderische Krankheit die häufigsten und nachhaltigsten Erfolge aufzuweisen hat. Dazu reichen weder meine Beobachtungen über das eine, noch diejenigen der übrigen Autoren über das andere aus. Nur das möchte ich hervorheben, dass hier der grosse Vorzug des transportablen Apparats vor dem Cabinet in der einen Beziehung gar sehr in die Wagschale fällt, dass der erstere Individualisirung, namentlich die Inspiration sowohl der comprimirten wie der verdünnten Luft gestattet, das andere bisher schablonenhaft ohne Individualisirung angewandt wurde. Sollten die ärztlichen Dirigenten pneumatischer Cabinette sich entschliessen, auch mit der verdünnten Luft bei Phthisis Versuche zu machen, so halte ich es für sehr wohl möglich, dass das Cabinet vor dem transportablen Apparat einen Vorsprung gewinnen

könnte. Doch hierüber wird erst eine längere Erfahrung entscheiden können.

Bei den Residuen der Pleuritis ist das pneumatische Cabinet sicherlich von Nutzen. Dass gerade hier aber der transportable Apparat intensiver und deshalb schneller wirken muss, geht einfach aus der Betrachtung der mechanischen Wirkung hervor. Wir sahen, dass die comprimirte Luft des transportablen Apparats die Lungen und die Thoraxwand von innen heraus mechanisch ausdehnt, und dass hierauf der Erfolg bei pleuritischen Schwarten und Compression der Lunge beruht. Das pneumatische Cabinet dagegen entwickelt diese Druckwirkung auf den Thorax naturgemäss in weit geringerem Grade, weil der gleiche erhöhte Druck auch auf der äusseren Thoraxwand lastet und dem inneren Druck das Gleichgewicht hält. In der That waren ja auch meine Erfolge bei Pleuritis so eclatant, dass sie, wie ich glaube, von keinem anderen Heilmittel erreicht, geschweige übertroffen werden können.

Bei Bronchitis wirkt das pneumatische Cabinet durch Verdrängung des Bluts von der Oberfläche der Bronchien. Mir fehlt ein Maassstab der Entscheidung, ob der transportable Apparat in seiner Wirkung bei Bronchitis dem Cabinet nachsteht oder es übertrifft.

Bei Stenosen der ersten Luftwege scheint es mir höchst wahrscheinlich, dass die pneumatischen Cabinette nicht minder wirksam sein werden als die comprimirte Luft des transportablen Apparats, weil auch bei ihnen ein vermehrtes Luftquantum durch die verengte Passage eingeführt wird.

Was die Herzkrankheiten betrifft, so werden zwar auch von einzelnen Autoren einige Fälle mit palliativem Nutzen durch das pneumatische Cabinet berichtet; alle aber mahnen dennoch zu grosser Vorsicht, und andere warnen geradezu vor dessen Anwendung, theilweise durch schlimme Erfahrungen belehrt (Pravaz, Devay, v. Liebig). Wie bedeutsam dagegen die Wirksamkeit des transportablen Apparats bei Herzkrankheiten hervortritt und sich praktisch bewährt, habe ich oben wohl zur Genüge demonstrirt.

Das pneumatische Cabinet wird durch das Zurückdrängen des Bluts von der Peripherie noch bei einer Reihe anderer Krankheiten als wirksam empfohlen, so bei Hyperämien und Entzündungen der gesammten Schleimhaut des Respirationstractus, bei Angina, Pharyngitis, Laryngitis, Tracheitis, Coryza; ferner bei Conjunctivitis, Otitis; endlich auch bei Hyperämien und Entzündungen der äusseren Haut und selbst der Vagina. Allen diesen Krankheiten gegenüber bekennt der transportable Apparat seine vollständigste Ohnmacht.

Eben so wenig erhebt derselbe Anspruch darauf, irgend welchen Nutzen zu entwickeln bei gewissen Nervenkrankheiten, gegen die das Cabinet, und wie es heisst, theilweise mit Erfolg, angewandt sein soll, als da sind: Neuralgien, Hyperästhesien, Spasmus glottidis, Aphonie, Hysterie, Chorea etc. Ich müsste dagegen protestiren, wenn überhaupt jemand auch nur den Versuch machen wollte, gegen diese Krankheiten mit dem transportablen Apparat zu experimentiren.

Nicht anders verhält es sich mit gewissen tieferen organischen Erkrankungen, welche gleichfalls ein, wie berichtet wird, zuweilen günstiges Heilobject den pneumatischen Cabinetten dargeboten haben. Hierher gehören: Drüsenanschwellungen, Struma, Tumor albus und selbst andere Tumoren. Das pneumatische Cabinet soll hier den Stoffwechsel beschleunigen, die Resorption befördern und dadurch zertheilend wirken. Auch gegen Oedem, pleuritische und peritoneale Exsudate ist das Cabinet wegen seines Druckeffects und wegen seiner die Harn- und Schweisssecretion befördernden Wirkung empfohlen worden. Auf dieses Gebiet kann ihm der transportable Apparat gleichfalls nicht im mindesten folgen.

Endlich wird noch dem pneumatischen Cabinet eine mehr oder weniger grosse Wirksamkeit zugeschrieben in Fällen von mangelhafter Blutbereitung und gestörter Ernährung, so bei Dyspepsie, Anämie, Schwächezuständen aus verschiedenen Ursachen, ferner bei einer Anzahl constitutioneller Krankheiten, wie Scrofulose, Rhachitis, Chlorose, Fettsucht, und sogar

gegen Dysmennorrhoë, so wie gegen Wechselfieber. Die Wirkung des pneumatischen Cabinets gegen alle diese Krankheiten soll auf der vermehrten Sauerstoffzufuhr beruhen. Auch hier bescheidet sich der transportable Apparat und steht gern zurück. Sollte indess wirklich das pneumatische Cabinet bei weiteren Untersuchungen gegen die eine oder die andere der genannten Krankheiten sich bewähren, so wäre gerade der transportable Apparat am besten im Stande, die Frage zu entscheiden, ob die Wirkung in Wirklichkeit auf erhöhter Sauerstoffzufuhr beruht; denn Inspirationen comprimirten Sauerstoffs aus dem transportablen Apparat müssten, wäre jene Annahme richtig, einen analogen Effect ausüben.

Wir sehen also: weder die Wirkungen noch die Indicationen des pneumatischen Cabinets decken sich mit denen des transportablen Apparats; nur in wenigen Krankheiten concurriren sie überhaupt mit einander, und auch hier ist die Art der beiderseitigen Wirkungen vielfach verschieden. Der pneumatische Apparat macht deshalb eben so wenig das Cabinet überflüssig, wie umgekehrt das letztere den ersteren. Möge jeder in seinem Wirkungskreise für das eine oder das andere Heilmittel mit allen Kräften arbeiten und durch das eine auch das andere befruchten helfen. Freilich sind auch hier wieder die transportablen Apparate im Vorsprung; denn die Möglichkeit, mit ihnen Untersuchungen anzustellen und ihre Wirksamkeit zu prüfen, ist jetzt in die Hand eines jeden Arztes gegeben, während die pneumatischen Cabinette stets nur im Besitze weniger bleiben und ihr Erfolg oder Misserfolg deshalb auch nur von wenigen wird erforscht werden können. Immerhin muss jedoch die rüstige Arbeit auf der einen Seite naturgemäss auch die andere Seite zu erhöhter Thätigkeit und weiteren wissenschaftlichen Forschungen anregen, und würde dies für die pneumatischen Cabinette erreicht, so wäre der Erfindung der transportablen Apparate ein neuer Fortschritt zu verdanken. Der Endzweck unserer medicinischen Wissenschaft ist: helfen und heilen. Freuen wir uns, wenn die Mittel zu diesem Zwecke wachsen! Verschiedene Wege führen zum Ziel. Auf

dem einen wie dem anderen wollen wir nützen und sollen dies in dem entsprechenden Wirkungskreise mit aller Kraft anstreben. Unterstützen wir uns hierbei gegenseitig; arbeiten wir nicht gegen einander, sondern mit einander!

Nachtrag.

Nachdem der grösste Theil dieses Werkes bereits gedruckt war, erschienen einige Arbeiten, die ich noch nachträglich in Kürze erwähnen möchte.

Tobold[1]) beschreibt einen von ihm construirten pneumatischen Apparat. Derselbe ist nichts anderes als mein Apparat in verkleinertem Massstabe mit einigen bereits von Schnitzler ausgeführten Modificationen[2]) und mit Hinweglassung aller zu wissenschaftlichen Untersuchungen nothwendigen Requisite, wie des Manometers und sogar der Centimeterskalen. Selbstverständlich stellt er sich hierdurch wesentlich wohlfeiler als mein Apparat. Dafür fasst er auch zur Benutzung sowohl der comprimirten wie der verdünnten Luft weniger als die Hälfte meines Apparats und ist zu wissenschaftlichen Beobachtungen unbrauchbar. Tobold beschreibt noch eine neue Vorrichtung, die mit dem pneumatischen Apparat zu verbinden ist und den Zweck hat, die comprimirte Luft vor der Einathmung zu erwärmen. Ich habe oben (p. 165) gezeigt, dass sich dieser Zweck sehr einfach durch Einschaltung einer Wulf'schen Flasche erreichen lässt. Die genannte Vorrichtung besteht aus einem Gefäss, welches mit Wasser zu füllen ist, und in welchem sich ein schneckenartig gewundener Behälter befindet, dessen Enden zwischen Apparat und Hahn durch Verbindungsschläuche einzuschalten sind. Durch Erwärmung des Wassers wird auch die durch die Schnecke streichende Luft erwärmt.

Auf den weiteren Inhalt des Tobold'schen Aufsatzes brauche ich nicht näher einzugehen. Derselbe charakterisirt sich genugsam durch seine Ueberschrift „zur Lungengymnastik". Ich sollte meinen, wer in den Wirkungen des pneumatischen Apparats nichts weiter sieht als ein Mittel zur Lungengymnastik, der thäte besser, seine Patienten Zimmergymnastik treiben zu lassen — eine Methode, die nach meiner Ueberzeugung in vielen Krankheitszuständen ausserordentlich heilsam und sicherlich immer sehr wohlfeil ist —, als dass er den Apparat eines anderen in kleineren Dimensionen herstellt und mit seinem Namen schmückt.

Uebrigens kann ich immer nur für alle diejenigen, die das Bedürf-

1) Deutsche Klinik No. 11. 1875.
2) Vergl. S. 169.

niss fühlen, „neue“ Apparate zu schaffen, auf das früher gegebene Recept[1]) zurückkommen. Dasselbe gestattet so zahlreiche Permutationen, dass die Quelle derselben kaum zu erschöpfen ist.

Eine andere Modification meines Apparats, die sich mit anerkennenswerther Wahrheitsliebe auch nur als eine solche einführt, ist von Weil beschrieben[2]). Dieselbe enthält in der That eine neue sinnreiche Idee. Anstatt eines grossen cylindrischen Apparats benutzt Weil zwei kleine an einander befestigte Apparate, deren äussere Cylinder unten mit einander communiciren. Die inneren Cylinder beider Apparate sind durch eine Schnur, welche, über zwei Rollen laufend, an den Centren beider Deckel befestigt ist, mit einander verbunden. Wird nun der eine Apparat, nachdem er aus dem Wasser gehoben ist, mit Gewichten belastet, so wird die Luft in ihm comprimirt, und in dem gleichen Maasse, wie er bei offenem Hahn niedersinkt, zieht er den Cylinder des zweiten Apparats in die Höhe, die Luft desselben in gleichem Verhältniss verdünnend. Ist der erste Cylinder am Boden angelangt, so ist der zweite bis zu seiner grössten Höhe emporgehoben und mit frischer Luft gefüllt. Man braucht dann nur die Gewichte von dem ersten Cylinder hinweg und auf den zweiten aufzulegen, und dasselbe Spiel beginnt von neuem, nur dass dann die Luft im zweiten comprimirt, im ersten verdünnt ist. Man kann auf diese Weise sei es die verdünnte sei es die comprimirte Luft zur Inspiration oder Exspiration benutzen. Eine geeignete Hahnvorrichtung verbindet die Schläuche beider Apparate.

Der einzige Vorzug, den dieser Apparat vor dem meinen beansprucht, ist grössere Bequemlichkeit und Zeitgewinn, indem nach Verbrauch einer Cylinderfüllung man nicht nöthig hat, die Gewichte aufzulegen oder abzunehmen, um den Cylinder von neuem zu leeren oder zu füllen. Ich muss nun aber gestehen, dass ich diese Manipulation niemals als einen Zeitverlust empfunden, sondern sie umgekehrt stets als eine erwünschte Gelegenheit zur unfreiwilligen Pause, die ich für gewöhnlich noch viel länger auszudehnen rieth, betrachtet habe. Ich würde es für sehr fehlerhaft halten, den Gebrauch der comprimirten oder der verdünnten Luft ohne Pausen und ohne Rast vornehmen zu lassen und dabei auf Zeitersparniss einen Nachdruck zu legen. Mehrfach zu pausiren, erachte ich vielmehr für eine Nothwendigkeit. Was nun andererseits die Bequemlichkeit in dem Auflegen und Abnehmen der Gewichte betrifft, so möchte der Unterschied zwischen meinem Apparat und dem Weil'schen kaum erheblich sein, da bei diesem letzteren, weil jeder Cylinder kleiner ist, das Umlegen der Gewichte desto häufiger ausgeführt werden muss.

Ich habe nun aber bei dem Weil'schen Apparat ein Bedenken, welches freilich nur theoretischer Erwägung entsprungen ist, und von dem ich nicht weiss, ob es in praxi sich bestätigt. Ich fürchte nämlich,

1) Vergl. S. 172.

2) Allgem. med. Centralzeitung No. 19. 1875.

dass durch die einseitige Belastung und durch das Laufen der Schnur über zwei Rollen (diese Uebelstände habe ich nämlich in praxi bei den ersten Versuchen zur Construction meines Apparats genugsam kennen gelernt) eine zu grosse Reibung so wie eine unsichere Führung beim Auf- und Absteigen des Cylinders bewirkt werden, und dass durch die starke Reibung ein grosser Theil der Druck- und Zugwirkung verloren gehen könnte. Die Erfahrung muss lehren, ob diese Mängel bestehen oder nicht, und im ersteren Falle, ob sie zu beseitigen sind.

Der Weil'sche Apparat gestattet ferner alternirende Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft. Hierbei sind jedoch zwei bedeutende Nachtheile vorhanden. Erstens geht für jeden Cylinder die Hälfte des schon an sich kleinen Luftraumes vollkommen verloren, weil während ans dem einen Cylinder comprimirte Lnft inspirirt wird, der Hahn des anderen offen bleiben muss, und nmgekehrt. Der zweite viel erheblichere Mangel ist der, dass stets der gleiche Grad der Lnftcompression nnd der Luftverdünnung zur selben Zeit statthaben muss. Ist beispielsweise die Luft in dem einen Cylinder um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck comprimirt, so ist sie in dem anderen um eben so viel verdünnt; eine Modification gegen einander ist, so scheint es mir wenigstens, nicht ermöglicht.

Endlich habe ich noch eines dritten Apparats Erwähnnng zu thun, der sich vor allen bisher bekannten durch Einfachheit und ausserordentliche Wohlfeilheit auszeichnet. Derselbe ist von B. Fränkel construirt und wurde von ihm in der Berliner medicinischen Gesellschaft am 17. März 1875 demonstrirt. Er besteht aus einem nach Art einer Harmonika construirten Luftbehälter mit einer Oeffnung, welche zu einer Gesichtsmaske führt. Durch Ausziehen der Harmonika wird die Luft in ihr verdünnt, durch Zudrücken der ausgezogenen comprimirt. Der Kranke besorgt das Ausziehen und Zudrücken mit seinen Händen, während er die Maske vor seinem Gesichte hält. Ein Centimetermaass giebt an, um wie viel der Luftraum in der Harmonika sich vergrössert resp. verkleiner hat. Die Vorzüge dieses sehr sinnreichen Apparats sind bereits oben erwähnt. Ich kann noch hinzufügen, dass er von allen Apparaten der weitaus compendiöseste, dass er leicht handlich ist und trotz seines sehr geringen Preises ein fast elegantes Aussehen hat. Leider können aber auch die Nachtheile nicht verschwiegen werden. Dieselben bestehen in dem Mangel einer irgend wie ausreichenden Dosirung der Druck- und Zugwirkung. Die Dosirung der anzuwendenden Kraft ist ganz der Willkür des Patienten anheimgegeben; bald wird er zu wenig, bald zu viel Kraft aufwenden. Freilich wird auch mancher früher oder später eine gewisse Uebung erlangen, um es gleichsam in seinem Gefühl zu haben, eine wie starke oder wie schwache Kraft zu benutzen sei; aber es bleibt dann immer nur ein subjectiver Maassstab, der objective fehlt. Das Abmessen des Luftquantums, welches ein- und ausgeathmet werden soll, an der Centimeterskala wird niemals den Mangel eines Maasses für die anzuwendende

Druck- oder Zugkraft ersetzen. Mit richtiger Benutzung jedoch kann wenigstens einiges hiermit geleistet werden.

Schliesslich habe ich noch einer vor kurzem erschienenen Brochüre Störk's Erwähnung zu thun, betitelt: „Mittheilungen über Asthma bronchiale und die mechanische Lungenbehandlung. Nebst einem Anhang über den Hustenreiz“ [1]). Ich finde in dieser Abhandlung keine einzige neue Thatsache oder Beobachtung, welche mich nöthigte, meine Anschauungen zu modificiren oder irgend etwas wesentliches hinzuzufügen. Diejenigen Punkte, in welchen ich mit Störk dissentire, werden, so hoffe ich, für die aufmerksamen Leser dieses Werkes bereits ihre Erledigung gefunden haben. Weitere neue Thatsachen weiss auch ich nicht mehr beizubringen.

Ueber die eigentliche Aufgabe, welche ich mir gestellt, hinausgreifend, möchte ich nur noch mit wenigen Worten eine andere Verwendung andeuten, welche der transportable pneumatische Apparat vielleicht mit Nutzen finden dürfte. Verbindet man nämlich den Hahn des Apparats durch einen Schlauch mit einem ins Rectum einzuführenden Endstück, so hat man ein vortreffliches Mittel, um nach Belieben den Druck im Darmcanal zu erhöhen oder zu vermindern, den Darm durch Luft — wenn man will, auch mit Beimischung flüchtiger Medicamente — aufzutreiben oder Gase aus demselben auszupumpen. Nicht nur bei abnormen Gasansammlungen im Intestinaltractus und bei hartnäckiger Obstruction, sondern selbst in manchen Fällen von Ileus, Brucheinklemmung u. a. dürfte ein Versuch mit dem genannten Verfahren zu rechtfertigen sein. Wir sind mittelst des Apparats im Stande, in höchst vorsichtiger Weise einen Zug oder Druck von einer bestimmten, genau zu dosirenden Kraft auf einen wenn auch noch so entfernt liegenden Ort innerhalb des Darmcanals auszuüben und somit auf einen den Darm verstopfenden Körper direct, sei es stossend, sei es ziehend, einzuwirken. In einer Reihe von Fällen wird sich mehr ein Auspumpen des Darms und somit eine Druckherabsetzung in demselben, in einer anderen mehr eine Stosswirkung durch Druckvermehrung empfehlen; in wieder anderen Fällen wird möglicherweise ein Alterniren beider Verfahrungsweisen nützlich sein, ähnlich wie man im gewöhnlichen Leben oft einen eingeklemmten Körper am besten durch abwechselndes Vor- und Rückwärtsschieben lockert. All dies lässt sich mit dem pneumatischen Apparat auf die bequemste und zugleich vorsichtigste Weise ausführen. Will man ein etwaiges Abfliessen von Flüssigkeiten aus dem Darm in den Apparat verhüten, so braucht man nur eine mit zwei Oeffnungen versehene Flasche (Wulf'sche Flasche,

1) Stuttgart 1875. Verlag von Ferdinand Enke. 8. 102 Seiten.

am zweckmässigsten ohne die lange Röhre) zwischen Hahn und Darmschlauch einzuschalten; in der letzteren bleibt dann die entleerte Flüssigkeit zurück.

Diese kurze Andeutung möge genügen, vielleicht dass sie zu Versuchen in dieser Richtung anregt.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.

